UNIVERSITE PARIS X

PARIS OUEST NANTERRE LA DEFENSE

Doctorat en Sciences de Gestion

GHELARDI Pierre

LES OUTILS DE GESTION, PROCESSUS D'EMERGENCE ET REPRODUCTION DE LOGIQUES D'ACTIONS

Etude de cas d'un système complexe de haute technologie

Thèse dirigée par LORINO Philippe et BELLEVAL Christophe

Soutenue le 23 janvier 2013

Jury

GAUTHIER Frédéric

GIARD Vincent

LLERENA Patrick

MIDLER Christophe

RESUME

Cette étude présente la recherche-action d'inspiration pragmatiste menée au sein du Programme de production du Système, un produit complexe de haute technologie. Dans un secteur où les contraintes sont de plus en plus fortes, certaines activités qui pendant longtemps n'avaient pas été questionnées commencent à être remises en cause. La gestion des évolutions techniques, dont le processus permet de mettre en œuvre de changements sur la définition du produit, en fait partie. Or, le constat de la présence de modifications sans coûts identifiés dans cette activité a soulevé la question de recherche suivante : *Comment la « modification sans coût » émerge-t-elle en tant qu'outil dans l'organisation et quelles sont ses relations avec les pratiques de la gestion des évolutions dans la production du Système ?*

Pour y répondre, la recherche-action a permis d'analyser les conditions de l'émergence de l'outil de gestion « modification sans coût » au cœur des pratiques de l'activité de gestion de configuration de l'Entreprise. La théorie de l'acteur-réseau s'est ensuite révélée, en raison des caractéristiques spécifiques du terrain, comme le plus adéquat pour appréhender cet outil. Dans ce cadre, la discussion proposée permettra de déconstruire la boîte noire qu'est devenue la « modification sans coût » et de mettre en évidence ses multiples dimensions. La « modification sans coût » apparaîtra ainsi comme un actant du réseau de gestion de configuration et un outil porteur d'habitudes héritées du passé. Cette interprétation établira ainsi le rôle de la « modification sans coût » dans le maintien de logiques d'actions et de pratiques collectives antérieures au sein de l'organisation.

Mots-clés : Outils de Gestion, Théorie de l'Acteur-Réseau, Système Complexe, Spatial, Evolutions Techniques, Recherche-Action

ABSTRACT

This study presents a pragmatist action-research conducted in the production Program of the System, a complex high-tech product. In an industrial domain where constraints are getting increasingly stronger, some activities are now questioned. The engineering change management, which process allows to apply changes in the product definition, is one of these. However, the observation that for some modifications no costs were identified brings to the following research question: *How the "no cost modification" emerges as a management accounting tool in the organization and what are its relationships with the engineering changes' practices in the System production?*

In order to answer it, the action-research allows to analyze the emerging conditions of the "no cost modification" in the engineering changes' practices. The actor-network theory reveals then itself as the most adequate framework in order to apprehend this management accounting tool considering the field specificities. In this context, the discussion proposed gives the opportunity to deconstruct the black box "no cost modification" and to put in evidence its multiple dimensions. The "no cost modification" appears to be an "actant" of the configuration management network and a management accounting tool carrying habits linked to the past. This interpretation will so establish the role of the "no cost modification" in the maintenance of previous action logics and collective practices in the organization.

Key words: Management Accounting Tools, Actor-Network Theory, Complex Product System, Space Sector, Action-Research

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ici les nombreuses personnes qui m'ont permis de mener à bien ce projet de recherche.

Je souhaite tout d'abord remercier Christophe Belleval et Philippe Lorino qui ont été à l'origine de ce projet et qui m'ont accompagné tout au long de ces années. J'ai énormément appris à leurs côtés au cours de nos nombreuses discussions et réunions. Cela m'a permis d'aller bien au-delà de ce que je pensais pouvoir faire. J'aimerai aussi remercier les professeurs et doctorants de l'Université de Strasbourg avec lesquels j'ai pu m'entretenir et échanger au cours de mes activités à l'école doctorale.

Je voudrai également remercier l'ensemble des personnes qui m'ont accueilli dans l'Entreprise et qui m'ont donné l'opportunité de pouvoir mener à bien cette étude de cas. Dans ce cadre, je tiens en particulier à remercier Eric Decker dont l'aide m'a été extrêmement précieuse au début de la recherche et grâce à qui j'ai pu comprendre les problématiques à l'œuvre dans l'organisation. De la même manière, je souhaite remercier Philippe Telle qui m'a beaucoup soutenu dans la finalisation de la recherche et dans les communications que j'ai eu la chance de faire lors de conférences. Je voudrai également remercier tout mes collègues qui m'ont permis de développer ce projet dans de très bonnes conditions professionnelles et humaines.

Je souhaite finalement remercier mes proches sans lesquels je n'aurai pu mener cette recherche à bien. Ils ont en effet contribué, chacun à leur manière, à l'aboutissement de ce projet. Je pense tout d'abord à ma femme qui a toujours été à mes côtés au cours de ces années. Je voudrai également souligner le rôle clé de mes parents qui m'ont toujours encouragé dans les études et les projets que je souhaitais réaliser. Je ne serai jamais arrivé là sans eux. Un grand merci finalement à mes sœurs, à mes grands-parents et à l'ensemble des membres de ma famille pour leur soutien moral et leur affection

TABLE DES MATIERES

RESUME ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

REMERCIEMENTS ..... **iii**

TABLE DES MATIERES ..... **iv**

TABLE DES ILLUSTRATIONS ..... **xvii**

INTRODUCTION **1**

1. Les Systèmes spatiaux et les spécificités de leur production 1
2. Vers la définition du sujet de la recherche : la gestion des modifications dans la production du Système 3
3. La gestion économique des modifications et l'émergence de la question de recherche autour de la « modification sans coût » 6
4. L'environnement théorique autour de la question de recherche et le choix de la théorie de l'acteur-réseau pour appréhender la « modification sans coût » 9
5. Plan de la recherche 11

PARTIE 1 – PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DU TERRAIN DE RECHERCHE 13

1. Présentation de l'environnement industriel 14
   1.1. Le secteur spatial 14
      1.1.1. Le secteur spatial militaire 14
      1.1.2. Le secteur spatial civil : le spatial institutionnel et le spatial commercial 16
   1.2. L'organisation industrielle dans le spatial 17
      1.2.1. Logique de marché et logique de développement technologique du secteur spatial : un environnement spécifique 18
      1.2.2. Le rôle historique des Etats dans le secteur spatial 19
      1.2.3. Le développement d'organisations industrielles mixtes publiques-privées 21
2. Le contexte organisationnel de la production du Système 25
   2.1. Les acteurs impliqués dans la production du Système 25
      2.1.1. L'Entreprise 25
      2.1.2. Les autres acteurs 25
   2.2. L'organisation industrielle autour du Système 26
      2.2.1. L'organisation industrielle historique autour de la production du Système 27
      2.2.2. L'organisation industrielle actuelle de la production du Système 29
   2.3. Présentation du Système : un produit en constante évolution 32
3. Le sujet de la recherche : les modifications et leur gestion dans la production du Système. 34
   3.1. Les modifications dans la production du Système 34
      3.1.1. Définitions 34
      3.1.2. Le contexte de la mise en œuvre des modifications sur le Système 35
   3.2. La gestion de configuration dans la production du Système 36
      3.2.1. Définitions 36
      3.2.2. Objectifs de la gestion de configuration dans la production du Système 38
   3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise 39
      3.3.1. Le processus global 39
      3.3.2. Le processus étape par étape 41

3.3.2.1. La rédaction de la demande de modification 41
3.3.2.2. L'examen de la demande de modification en Commission 42
3.3.2.3. La prise de décision en Commission 43
3.3.2.4. L'instruction et l'application de la modification 45
3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système 46
3.4.1. L'ingénierie 47
3.4.2. L'équipe contrôle 48
3.4.3. Les responsables du Programme 50
3.4.4. L'équipe d'intégration 51
3.4.5. Les sous-traitants 52
3.4.6. Les clients 53
4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain 55
4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel 56
4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications 56
4.1.2. Le contexte organisationnel global 58
4.2. La définition de la question de recherche à partir de l'émergence de la « modification sans coût » 59
4.2.1. L'apparition de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration 59
4.2.2. La question de recherche 60

PARTIE 2 – POSITIONNEMENT EPISTEMOLOGIQUE ET CHOIX METHODOLOGIQUE 61

1. Le positionnement épistémologique 62
1.1. L'épistémologie 62
1.2. Les principaux paradigmes épistémologiques 63
1.2.1. Le positivisme 63
1.2.2. Le constructivisme 64
1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme 65

1.3.1. Des caractéristiques de la recherche proches du constructivisme modéré 65
1.3.2. Des caractéristiques de la recherche nécessitant le dépassement du clivage positivisme/constructivisme et la justification d'un positionnement épistémologique pragmatiste 66
2. Le choix méthodologique : la recherche-action 69
2.1. Les besoins méthodologiques de la recherche et l'adéquation d'une démarche de recherche-action 69
2.2. Définition et caractéristiques de la recherche-action pragmatiste 71
2.2.1. Définition de la recherche-action pragmatiste 71
2.2.2. Caractéristiques de la recherche-action pragmatiste 72
2.2.3. La recherche-action pragmatiste, un courant spécifique par rapport à la recherche-action historique 74
3. Le cheminement et les méthodes de la recherche. 77
3.1. La première étape : la compréhension de l'environnement 77
3.2. La deuxième étape : la définition du sujet de recherche 78
3.3. La troisième étape : la recherche sur l'activité de gestion des modifications 79
3.4. La quatrième étape : la validation des résultats développés 80

PARTIE 3 - REVUE DE LA LITTERATURE ET CADRE THEORIQUE DE LA RECHERCHE 83

1. Le domaine industriel du terrain de recherche : les Produits ou Systèmes Complexes 85
1.1. Produits ou Systèmes Complexes et Organisations à Haute Fiabilité 85
1.1.1. Définition et rôle des Produits ou Systèmes Complexes 85
1.1.2. L'organisation industrielle autour des PSC : les Organisations à Haute Fiabilité 87
1.2. Les processus de production des Produits et Systèmes Complexes 87
1.2.1. Les caractéristiques générales du mode de production des PSC 88
1.2.2. L'importance des dimensions de complexité et d'incertitude dans le mode de production des PSC 88

1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC 90
1.3. Le Système et les Produits ou Systèmes Complexes 92
1.3.1. Le Système en tant que Produit ou Système Complexe 92
1.3.2. Le Système, un Produit ou Système Complexe particulier 93
1.4. Le choix d'une étude de la production du Système dans une perspective économique 94
2. Les évolutions techniques et leur gestion dans une production complexe 97
2.1. Les évolutions techniques et leur appréhension à travers le processus de gestion des évolutions techniques 97
2.1.1. Définition de la notion d'évolution technique 97
2.1.2. Le processus de mise en œuvre des évolutions techniques : la gestion des évolutions techniques 98
2.2. Les évolutions techniques et leur gestion dans le cas de la production du Système 100
2.3. La nature du coût des modifications pour un PSC et dans la production du Système 102
3. A la recherche d'un cadre théorique pour appréhender la « modification sans coût » dans une perspective de gestion économique des coûts des évolutions techniques 106
3.1. L'inadéquation des perspectives rationalistes en comptabilité de gestion pour cette recherche et dans l'appréhension de l'outil de gestion « modification sans coût » 106
3.1.1. L'outil de gestion comme résultat d'une décision délibérée 106
3.1.2. L'outil de gestion en tant que représentation neutre de la réalité 107
3.1.3. L'indépendance de l'outil de gestion par rapport au contexte 109
3.1.4. L'indépendance de l'outil de gestion par rapport aux acteurs 110
3.2. Le choix d'une approche non-rationaliste pour l'appréhension des coûts des évolutions et de la « modification sans coût » 112
3.2.1. La multiplicité des rationalités liées aux outils de gestion 112
3.2.2. Une relation forte entre les outils de gestion et le contexte de leur mise en œuvre 113
3.2.3. Le rôle des acteurs dans la mise en œuvre des outils de gestion 114
3.3. Les différents courants non-rationalistes 116

3.3.1. L'école du design non rationnel 116
3.3.2. L'approche naturelle 116
3.3.3. L'alternative radicale 117
3.3.4. La théorie institutionnelle 117
3.3.5. La théorie de la structuration 118
3.3.6. La théorie critique 118
3.3.7. La théorie de l'acteur-réseau 119
3.4. La définition de critères pour choisir l'une des approches non-rationalistes en comptabilité de gestion 121
3.4.1. L'émergence de l'outil de gestion en tant que cristallisation de pratiques organisationnelles 121
3.4.2. La relative autonomie des outils de gestion par rapport aux acteurs humains de l'organisation 122
3.5. Justification du choix de la théorie de l'acteur-réseau dans le contexte de l'étude par rapport aux critères définis 123
3.5.1. La théorie de l'acteur-réseau et l'émergence des outils de gestion 124
3.5.2. La théorie de l'acteur-réseau et la relative autonomie des outils de gestion 124
4. Présentation du cadre théorique choisi : la théorie de l'acteur-réseau 127
4.1. Les principaux concepts de la théorie de l'acteur-réseau 127
4.1.1. Le concept de réseau 127
4.1.2. Le concept d'actant 128
4.1.3. Le concept de traduction 129
4.1.4. Le concept de boîte noire 130
4.2. La théorie de l'acteur-réseau et la littérature en comptabilité de gestion 131
4.2.1. La mise en œuvre des outils de gestion et ses conséquences dans les pratiques 132
4.2.2. L'étude limitée de l'origine des outils de gestion en place à travers l'analyse des processus ayant abouti à leur émergence 134

PARTIE 4 – LA RECHERCHE-ACTION EFFECTUEE DANS L'ACTIVITE DE GESTION DE CONFIGURATION DU PROGRAMME DE PRODUCTION DU SYSTEME ET L'EMERGENCE DE LA « MODIFICATION SANS COÛT » 136

1. Le rôle et les décisions de la Commission 138
   1.1. La rareté des indicateurs disponibles et l'identification du rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration 138
      1.1.1. Le constat initial : la rareté des indicateurs disponibles 138
      1.1.2. Le rôle clé de la Commission 140
   1.2. Les décisions prises par la Commission 141
      1.2.1. Méthodologie 141
      1.2.2. Résultats et limites 141
      1.2.3. Présentation aux acteurs de l'Entreprise 144
   1.3. Les auteurs des demandes de modification 145
      1.3.1. Méthodologie 146
      1.3.2. Résultats et limites 147
      1.3.3. Présentation aux acteurs de l'Entreprise 148
   1.4. Les justifications des demandes de modifications 149
      1.4.1. Méthodologie 149
      1.4.2. Résultats et limites 151
      1.4.3. Présentation aux acteurs de l'Entreprise 153
   1.5. L'émergence de la question du filtrage des demandes de modifications 155
2. La question du filtrage des propositions d'évolutions et la mise en évidence des « modifications strictement nécessaires » 156
   2.1. La diversité des points de vue des acteurs de l'organisation 156
   2.2. La mise en évidence de la nécessité d'un filtrage des évolutions dans une production complexe 159
      2.2.1. Les modifications en tant que caractéristique intrinsèque aux PSC 159
      2.2.2. La gestion de configuration et la pertinence d'un filtrage des demandes de modifications 160
   2.3. A la recherche d'un filtre des demandes de modifications dans le processus de gestion de configuration 162
      2.3.1. La faiblesse du filtrage au niveau de la Commission 162

2.3.2. L’absence de filtrage en aval de la Commission 163
2.3.3. L’émergence de l’idée d’un possible filtrage en amont de la Commission 163
2.4. L’appréhension du filtrage des demandes en amont de la Commission à partir de la notion de « modification strictement nécessaire » 165
2.4.1. Définition de la « modification strictement nécessaire » 165
2.4.2. Les types d’évolutions inclus ou non dans la notion de « modification strictement nécessaire » 166
2.4.2.1. Les types d’évolutions intégrées à la notion de « modification strictement nécessaire » 166
2.4.2.2. Les types d’évolutions non-intégrées à la notion de « modification strictement nécessaire » 167
2.4.3. La répartition des évolutions entre « modifications strictement nécessaires » et « modifications non-strictement nécessaires » 169
2.4.4. Présentation du niveau des « modifications strictement nécessaires » aux acteurs de l’Entreprise 170
2.4.4.1. Le débat sur l’utilité et la nécessité des modifications 171
2.4.4.2. Le débat autour de l’appréhension des modifications liées au traitement des anomalies 172
2.4.4.3. Justification de la non-intégration des évolutions liées à la survenance des anomalies dans la définition des « modifications strictement nécessaires » 174
2.5. Premiers éléments d’analyse : un filtrage relativement limité des modifications en amont de la Commission 176
3. L’émergence de la « modification sans coût » dans l’activité de gestion de configuration 179
3.1. L’indicateur sur les coûts des modifications identifiés 179
3.1.1. Méthodologie 179
3.1.2. Résultats 180
3.2. De l’appréhension des modifications sans coûts identifiés à l’outil de gestion « modification sans coût » 181
3.2.1. L’origine du terme « modification sans coût » : une interface avec les clients 181

3.2.2. L'évolution de la compréhension du terme « modification sans coût » : une évolution sans conséquences économiques pour l'Entreprise 183
3.2.3. La définition de la « modification sans coût » 184
3.2.4. La « modification sans coût » : un outil et un processus 185
3.3. L'émergence de la « modification sans coût » au cœur des pratiques de la gestion de configuration 186
3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût » 188
3.4.1. La mise en œuvre des modifications : une consommation de ressources organisationnelles 188
3.4.2. Eléments d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts » 190
3.4.2.1. Une traçabilité des coûts en-dehors du processus de gestion de configuration. 191
3.4.2.2. Un moyen d'entretenir les compétences d'ingénierie 192
3.4.2.3. Un coût des évolutions considéré comme normal 193
3.4.2.4. Un coût des évolutions considéré comme non-significatif 194
3.4.3. La remise en cause des justifications avancées autour des « modifications sans coûts » 195
3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification » 197
3.4.4.1. Le choix d'appréhender le seuil des conséquences économiques du changement 197
3.4.4.2. Méthodologie 198
3.4.4.3. Résultats et limites 199
3.4.4.4. Les acteurs et le « coût administratif de la modification » 200
4. Le plan de transformation développé dans l'Entreprise pour l'activité de gestion de configuration 203
4.1. Le contexte autour de la mise en œuvre de nouveaux outils dans le processus de gestion de configuration de la production du Système 203
4.2. L'amélioration de l'information disponible 205
4.2.1. Les limites des données fournies dans les propositions de modifications 205
4.2.2. La définition de critères de maturité 206
4.2.3. Le développement des données économiques 208
4.3. L'implication de nouveaux acteurs dans la prise de décision 209
4.4. La mise en œuvre d'indicateurs clés 211

4.4.1. Les raisons du développement de nouveaux indicateurs 211
4.4.2. Les deux nouveaux indicateurs proposés 213

PARTIE 5 – DISCUSSION SUR LA DECONSTRUCTION DE LA « MODIFICATION SANS COÛT » ET SON RÔLE DANS LE MAINTIEN DE PRATIQUES ISSUES DE LOGIQUES D'ACTIONS HERITEES DU PASSE 215

1. Le processus de gestion de configuration et la « modification sans coût » à la lumière des concepts clés de la théorie de l'acteur-réseau 217
1.1. L'émergence d'un réseau d'actants dans l'activité de gestion de configuration 217
1.1.1. L'origine : un processus de gestion des modifications hérité du passé 217
1.1.2. Les acteurs humains du réseau de gestion de configuration 219
1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration 220
1.1.3.1. Les procédures, les formulaires et les outils 220
1.1.3.2. Les discours-types des acteurs 221
1.1.4. Le réseau d'actants de la gestion des modifications 223
1.2. L'émergence de la boîte noire « modification sans coût » en tant qu'actant du réseau de gestion de configuration 224
1.2.1. La boîte noire « modification sans coût », une cristallisation des pratiques de la gestion de configuration 224
1.2.2. La « modification sans coût », un actant dans le réseau de gestion des évolutions techniques 225
1.2.3. Les effets de la « modification sans coût » en termes de pratiques dans le réseau 227
2. La « modification sans coût », une boîte noire intégrant de multiples dimensions ... 230
2.1. La dimension économique de la « modification sans coût » 230
2.2. La dimension produit de la « modification sans coût » 231
2.3. La dimension qualité de la « modification sans coût » 232
2.4. La dimension « définition des métiers » de la « modification sans coût » 233
2.5. La dimension stratégique de la « modification sans coût » 234

2.6. La dimension politique et institutionnelle de la « modification sans coût » 235
2.7. La dimension commerciale de la « modification sans coût » 236
3. Les outils de gestion, actants contribuant au maintien de pratiques héritées du passé 239
3.1. L'émergence d'un décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes issues d'un nouveau contexte 239
3.1.1. Une évolution significative du contexte ne remettant pas en cause les pratiques dans le réseau 239
3.1.2. L'identification d'un décalage temporel entre les pratiques et le nouveau contexte 240
3.2. Le rôle des outils dans la perpétuation de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé 241
3.2.1. Le rôle des outils physiques dans le maintien de pratiques héritées du passé 241
3.2.2. Le rôle des outils de gestion dans le maintien de pratiques héritées du passé 242
3.3. Le rôle de l'outil de gestion « modification sans coût » dans le maintien de pratiques héritées du passé au sein de l'activité de gestion de configuration 244
3.3.1. Un réseau de gestion de configuration à forte inertie depuis la période de développement 244
3.3.2. Le rôle des acteurs non-humains dans la persistance de pratiques antérieures au sein du réseau de gestion de configuration 245
3.3.3. La « modification sans coût », un outil porteur d'habitudes héritées du passé 247
4. Evaluation de la portée du plan de transformation de la gestion de configuration proposé dans l'Entreprise 250
4.1. Une démarche d'enquête pour appréhender le décalage entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes liées à un nouveau contexte 250
4.1.1. La compréhension des logiques d'actions sous-jacentes dans l'activité de gestion des modifications 251
4.1.2. Le développement de solutions d'amélioration à travers la proposition d'un plan de transformation 252
4.2. L'intégration des éléments issus du plan de transformation dans le réseau de gestion de configuration 253

4.3. L’originalité et les apports du plan de transformation 254
4.3.1. Une action simultanée sur plusieurs entités du réseau de gestion de configuration 254
4.3.2. Une perspective de changement autour de la prise de décision en Commission 255
4.4. Les limites du plan de transformation 256
4.4.1. Une action de transformation limitée à certains actants 256
4.4.2. L’absence de définition d’objectifs dans la mise en œuvre du plan de transformation 257
4.4.3. Une prise en compte restreinte de la « modification sans coût » 258
4.5. La portée et les conditions d’évolutions futures du plan de transformation dans la résolution du décalage temporel entre les pratiques et les contraintes contextuelles 259
4.5.1. La portée à court et long-terme du plan de transformation 259
4.5.2. Les conditions d’évolutions futures dans l’organisation 260
4.5.2.1. L’accroissement des contraintes financières 260
4.5.2.2. Les conséquences d’événements techniques majeurs 261

CONCLUSION 264

1. Synthèse de la démarche de recherche 264
2. Contributions théoriques et pratiques de la recherche 266
2.1. Les apports théoriques de la recherche 266
2.2. Les apports pratiques de la recherche 267
3. Les limites de la recherche 270
4. Conclusion 272

BIBLIOGRAPHIE 274

ANNEXES 299

Annexe 1 – Décisions en Commission (2009) 300
Annexe 2 – Auteurs des modifications autorisées (2009) 301
Annexe 3 – L'identification des coûts des modifications 302
Annexe 4 – Evaluation du temps de travail nécessaire à l'examen de la demande de modification en Commission 303
Annexe 5 – Entretiens 304

TABLE DES ILLUSTRATIONS

GRAPHIQUE 1 – L'organisation industrielle historique des programmes de développement du Système 27

GRAPHIQUE 2 – L'organisation industrielle historique du programme de production du Système 28

GRAPHIQUE 3 – L'organisation industrielle actuelle des programmes de développement du Système 30

GRAPHIQUE 4 – L'organisation industrielle actuelle des programmes de production du Système 31

GRAPHIQUE 5 – Processus simplifié de la gestion de configuration du Système (niveau maîtrise d'œuvre) 40

GRAPHIQUE 6 – Le processus de gestion des modifications de groupe 2 44

GRAPHIQUE 7 – Le processus de gestion de configuration des modifications de groupe 1 ... 45

GRAPHIQUE 8 – Répartition des décisions de la Commission en 2009 142

GRAPHIQUE 9 – Synthèse du flux entrant des demandes de modifications 143

GRAPHIQUE 10 – Répartition des auteurs des modifications autorisées en Commission 148

TABLEAU 1 – Classification des demandes de modifications selon leur justification (perspective du Programme de production du Système) 150

TABLEAU 2 – Classification des demandes de modifications selon leur justification (perspective du Programme de production du Système) 152

GRAPHIQUE 11 – Répartition des évolutions techniques strictement nécessaires ou non à la production (2009) 170

GRAPHIQUE 12 – Les interdépendances entre les anomalies, les modifications et les dérogations 176

GRAPHIQUE 13 – L'indicateur de répartition entre modifications sans coûts identifiés et modifications avec coûts identifiés (2009) 181

TABLEAU 3 – Estimation du « coût administratif » des modifications 200

GRAPHIQUE 14 – Le réseau d'actants de la gestion des modifications 223

GRAPHIQUE 15 – L'actant « modification sans coût » dans le réseau de gestion de configuration 226

GRAPHIQUE 16 – L’évolution du réseau de gestion de configuration avec l’application du plan de transformation 253

INTRODUCTION

1. LES SYSTEMES SPATIAUX ET LES SPECIFICITES DE LEUR PRODUCTION

Au cours du vingtième siècle, les progrès techniques ont permis de développer des systèmes de plus en plus complexes capables d'intégrer les dernières avancées de la très haute technologie. Ainsi, de la production du premier avion en série en 1908 avec le Blériot XI aux centrales nucléaires de troisième génération, en passant par le programme Apollo dans les années 1960-1970, les systèmes produits ont gagné en complexité. L'industrie a donc dû s'adapter à des situations très différentes d'une production traditionnelle, en gérant notamment les risques inhérents à un degré important de haute technologie. L'un de ces domaines d'activités, qui s'est particulièrement développé à partir de la deuxième moitié du vingtième siècle, est le secteur spatial.

Né à la fin des années 1950, avec les prémices de la conquête de l'espace entre Soviétiques et Américains, le secteur spatial a connu un essor considérable dans les décennies suivantes (Tolyarenko, 2006a). Si les grands programmes d'exploration humaine dans l'espace ont dominé les activités spatiales à l'origine, ils sont aujourd'hui pour la plupart en *stand-by* (arrêt du projet américain *Constellation*, retraite du *Shuttle*, …) (Kaufman, 2008; Stone et al., 2008; Lindenmoyer & Stone, 2010). Cette situation est notamment due aux restrictions budgétaires auxquels font face aujourd'hui les Etats qui financent encore largement ces projets de grande ampleur (Nardon, 2003; Peeters, 2006a; Pascallon & Dossé, 2011). Cependant, le secteur spatial dans son ensemble est, lui, en plein développement avec des activités de plus en plus nombreuses, que ce soit pour des applications militaires, civiles non-commerciales (ou institutionnelles) ou civiles commerciales (OCDE, 2005; Farrow, 2006). Globalement, ce domaine industriel comporte des traits distinctifs majeurs par rapport à une production traditionnelle et, en particulier, le très haut degré de technologie utilisé, la complexité de l'architecture des systèmes ou encore le coût important de développement et de production (Belleval, 2001; 2002; Peeters, 2006a; Tolyarenko, 2006a; Pascallon & Dossé, 2011). En raison de ces caractéristiques, et bien que la technologie spatiale reste spécifique, les produits

de ce secteur peuvent ainsi être assimilés aux « *Complex Product Systems* » qui correspondent littéralement aux « Produits et Systèmes Complexes » (Hobday et al., 2000; Nightingale, 2000; Belleval, 2001; 2002). Les méthodes de production de ces systèmes diffèrent elles aussi de celles des biens d'équipement courants avec des cycles de développement et de production longs (généralement plusieurs décennies), un faible nombre de produits par série (de un à quelques exemplaires par an) et une gestion de la nature complexe de ces systèmes (composants de haute technologie, nombre élevé d'équipements, architecture complexe) (Hobday, 2000; Hobday et al., 2000; Nightingale, 2000; Wang & Von Tunzelmann, 2000).

Compte-tenu de ces caractéristiques spécifiques, les modèles organisationnels initiaux des programmes spatiaux reposaient sur le rôle prépondérant des Etats (Cohendet & Lebeau, 1987; Manzione, 2002; Logsdon, 2006a; Peeters, 2006a; Pascallon & Dossé, 2011). Cependant, la réduction des marges de manœuvre budgétaires publiques et le développement des opportunités commerciales dans le domaine spatial ont progressivement changé la donne (Williamson, 2006; OCDE, 2008). De fait, les Etats ont, depuis plusieurs décennies, délégué une partie de leurs activités spatiales à des acteurs privés (Belleval, 2001; Clerc, 2006; Stone et al., 2008; Lindenmoyer & Stone, 2010; NASA, 2012). Cette situation a ainsi entraîné la constitution d'organisations industrielles mixtes publiques-privées (Manzione, 2002; Peeters, 2006a; Williamson, 2006; OCDE, 2008; Pascallon & Dossé, 2011). L'un des exemples les plus intéressants est celle qui a émergé autour du développement et de la production du « Système », le produit complexe du secteur aérospatial qui constitue l'objet de cette étude (Client B, 2005a; Client C, 2010a; 2010b). De multiples entités publiques et privées participent à ces programmes et, parmi celles-ci, une société intégratrice du secteur aérospatial en Europe, l'« Entreprise », joue aujourd'hui le rôle clé de maître d'œuvre unique du Système (Client B, 2005a; Client C, 2010a). C'est au sein de celle-ci que cette recherche a été menée.

Alors que les organisations industrielles de ce secteur doivent permettre d'appréhender les particularités de ces productions, l'une des spécificités majeures à prendre en compte est l'occurrence massive d'événements non prévus dans le plan de production initial (Belleval, 2008). En raison de ses caractéristiques propres, la production d'un système complexe se traduit en effet par la survenance d'un nombre élevé de perturbations lors de la phase de production (Hobday et al., 2000; Belleval, 2008). Celles-ci peuvent provenir d'événements concernant le produit lui-même (constat d'anomalies, survenue d'obsolescences, demandes

d'évolutions, …), l'activité de production (modifications du planning, demandes du client, …), ainsi que l'environnement interne (choix stratégiques de l'entreprise, changement dans l'organisation, évolution des contraintes économiques, …) ou encore l'environnement externe (situation du marché et de la concurrence, relations avec les clients et les sous-traitants, évolution de la régulation, …) (Comité de Pilotage, 2008a; 2008b). Compte-tenu de leur importance en volume et en termes d'implications, une certaine maîtrise de ces événements est nécessaire dans la gestion de ce type de production complexe (Reidelbach, 1991; Weick & Roberts, 1993; Hobday, 1998; Perrow, 1999a).

Cette question se pose aujourd'hui précisément dans l'Entreprise pour la production du Système, alors que celui-ci est arrivé à un stade de production mûr (Comité de Pilotage, 2008a; 2008b). Plus précisément, c'est l'étude de la gestion des perturbations liées aux caractéristiques du produit qui a été identifiée comme particulièrement importante pour l'Entreprise à l'heure actuelle (Comité de Pilotage, 2008b; 2008c). Ces perturbations correspondent aux événements non prévus qui entraînent une différence par rapport au référentiel défini initialement c'est-à-dire, dans le cas étudié, lors de la qualification du Système (Ghélardi, 2008a). Face à la survenance de ces événements, l'organisation doit mettre en place des processus dont le rôle est d'appréhender et de contrôler ces perturbations ainsi que leurs conséquences (Perrow, 1999a; 1999b). L'Entreprise dispose ainsi de deux processus principaux pour la gestion de ces perturbations : le processus de gestion des anomalies (dont le processus de gestion des dérogations est une conséquence) et le processus de gestion des modifications (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2005; 2007a; 2008a; 2008b; 2011a; 2011b). C'est autour de ces processus que le sujet de recherche a été progressivement défini.

2. VERS LA DEFINITION DU SUJET DE LA RECHERCHE : LA GESTION DES MODIFICATIONS DANS LA PRODUCTION DU SYSTEME

Les premiers éléments étudiés lors de cette recherche concernaient ainsi la gestion des anomalies dans la production du Système et l'analyse des processus qui y sont associés (Comité de Pilotage, 2008c; 2008d). Une anomalie est un écart par rapport à une situation prévue, attendue ou souhaitée, justifiant l'engagement d'une investigation (Entreprise, 2011a).

Les processus de gestion des anomalies ont donc pour objet la maîtrise de ces événements par l'intermédiaire d'un travail de recherche qui doit permettre d'identifier les origines de l'anomalie et de proposer une solution acceptable (Entreprise, 2008a). Celle-ci peut être la remise en conformité (remplacement d'une pièce défectueuse, changement des paramètres attendus, …), la réparation (travaux sur l'équipement concerné pour le remettre en état mais avec le plus souvent un défaut résiduel) ou encore l'acceptation en l'état (investigation concluant que la situation non-conforme est acceptable) (Entreprise, 2001; 2008a; Ghélardi, 2008b). En ce qui concerne cette dernière possibilité, les anomalies mineures sont traitées directement au niveau opérationnel, tandis que les anomalies majeures sont elles gérées par le processus de dérogation[1].

Ce travail initial effectué sur la gestion des anomalies a permis de soulever des pistes de recherche intéressantes telles que l'analyse des causes racines des non-conformités ou encore l'étude de l'idée de la survenance « normale » des anomalies dans la production d'un système complexe (Ghélardi, 2008b; 2009a). Mais surtout, cette démarche a également mis en évidence le lien entre les anomalies et les modifications puisque, pour éviter la survenance de certaines anomalies, des évolutions de la définition du Système sont régulièrement proposées et traitées dans les processus de gestion des modifications (Ghélardi, 2008b). Inversement, il n'est pas rare que l'application de modifications sur la configuration du produit entraîne des anomalies, prévues ou non, lors de la phase d'intégration (Ghélardi, 2008b; 2009a). La question de la gestion des modifications est ainsi apparue comme un élément clé du processus de gestion des anomalies et, plus généralement, dans le traitement des perturbations. Dans cette perspective, la démarche de recherche s'est plus spécifiquement orientée vers les problématiques liées à cette activité.

Une modification (ou évolution[2]) est un changement sur la configuration du produit et, par conséquent, sur la documentation qui lui est associée (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2008b). Les caractéristiques spécifiques des produits complexes, et donc des systèmes spatiaux, font que la survenance de ces évolutions est particulièrement importante dans ce type de production (Hobday et al., 2000; Reidelbach, 1991). L'origine des modifications peut être liée à la volonté de traiter des anomalies, d'améliorer la qualité ou les performances du

[1] Une dérogation est une autorisation pour utiliser ou libérer un produit non-conforme aux exigences spécifiées. Elle doit donc être émise lorsqu'un événement technique a un impact sur la qualification et/ou quand une condition technique contractuelle n'est pas remplie par le produit (Entreprise, 2001; 2005).
[2] Ces termes seront utilisés de manière synonyme dans le document.

produit, de l'adapter aux contraintes industrielles, de réduire ses coûts, … (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2008b). Afin de gérer, de contrôler et de mettre en œuvre ces modifications, des processus de création, d'examen, d'autorisation, d'instruction et d'application des demandes d'évolutions doivent être mis en place (Reidelbach, 1991; Saeed et al., 1993). On parle alors de gestion des modifications ou de gestion de configuration (Saeed et al., 1993). Cette activité se définit comme la gestion de la définition du produit et de ses composants à travers leur description technique et les changements appliqués à cette définition et à cette description (Entreprise, 2008b). Alors que la recherche s'est progressivement focalisée sur l'étude de cette activité et de ses problématiques (Comité de Pilotage, 2008e; 2009a; 2009b; Ghélardi, 2008b; 2009b; 2009a), le choix de traiter ce sujet particulier dans le cas de l'Entreprise pour la production du Système tient à plusieurs raisons.

La première raison concerne l'importance du développement de propriétés émergentes dans la production de systèmes complexes. Les PSC se caractérisent en effet par l'émergence de propriétés nouvelles lors de la phase de production, quand des changements mineurs dans une partie de l'architecture du système aboutissent à d'importantes altérations dans d'autres parties du système (Hobday et al., 2000). L'appréhension de ce type d'événements sur le Système est ainsi apparue comme particulièrement intéressante du point de vue de la gestion de production de l'Entreprise. La deuxième raison est que, contrairement à la gestion des anomalies qui a fait l'objet de plusieurs études approfondies dans la production et l'utilisation de systèmes complexes (Vaughan, 1996; Perrow, 1999a; 1999b), aucun équivalent n'a été développé dans le domaine de la gestion des modifications. Si la nécessité d'un contrôle des demandes d'évolutions non-nécessaires pour des productions de long-terme a bien été identifiée (Reidelbach, 1991), les moyens nécessaires à celui-ci ont, eux, été peu développés. Ainsi, la littérature existante n'offre pas d'outils pour discuter des problématiques liées aux modifications dans le cas de productions complexes. La troisième raison considérée concerne la différence d'objet des processus en place. Dans le cas du traitement des anomalies, les processus sont exclusivement curatifs, puisqu'il s'agit de faire en sorte que la situation constatée, en état de non-conformité, corresponde en fin de compte à la situation décrite dans la documentation[3]. Ce domaine d'étude ne permet donc pas une analyse des causes à l'origine des perturbations, au contraire de celui de la gestion des modifications. En effet, l'objectif du

[3] Si des actions correctives peuvent être initiées à partir de la survenance d'une anomalie, celles-ci ne sont ensuite pas gérées directement dans le processus de gestion des anomalies mais en parallèle de celui-ci (Ghélardi, 2008b).

processus de mise en œuvre des évolutions peut être à la fois curatif (corriger des situations telles que la survenance d'anomalies ou d'obsolescences) ou correctif (améliorer les performances ou la qualité, optimiser la production, adapter le produit, …). Cette situation permet donc d'envisager l'appréhension de ces événements dans une véritable perspective de pilotage de la production. La dernière raison de ce choix repose sur l'idée que, si la quasi-totalité des anomalies sont des perturbations non voulues que subit l'organisation (erreurs humaines, défauts sur le matériel, …), les modifications sont au moins pour partie souhaitées par l'Entreprise (Contrôleur 3, 2009; Responsable Programme 4, 2009; Contrôleur 4, 2010a; Responsable Programme 1, 2010). La gestion des modifications traite donc à la fois d'événements non voulus qu'il faut maîtriser (par exemple les obsolescences), mais aussi de demandes d'évolutions qui sont souhaitées par certains acteurs et dont on peut évaluer le rapport coût-bénéfice (par exemple les optimisations de production). L'activité de gestion des modifications est donc, au-delà du simple contrôle des évolutions proposées, un élément de pilotage pour l'Entreprise dans son appréhension du changement.

Compte-tenu de l'ensemble de ces éléments, le choix du sujet de la recherche s'est donc porté sur l'activité de gestion des modifications et, dans ce cadre, une démarche exploratoire a été menée afin de faire émerger la question de recherche à partir des problématiques du terrain.

3. LA GESTION ECONOMIQUE DES MODIFICATIONS ET L'EMERGENCE DE LA QUESTION DE RECHERCHE AUTOUR DE LA « MODIFICATION SANS COUT »

Dans ce cadre, plusieurs perspectives de recherche pouvaient être envisagées. La gestion des modifications pose en effet des questions tant du point de vue du maintien de la qualité du produit que de la maîtrise de ces coûts (Entreprise, 2007a; 2008b; 2008c; 2011b). Alors qu'aujourd'hui le Système est le produit le plus fiable sur son marché (Client C, 2010b; 2010c), l'Entreprise se trouve aujourd'hui confrontée à des problématiques économiques de plus en plus fortes et c'est ainsi que la recherche s'est progressivement orientée vers l'étude de cette dimension (Comité de Pilotage, 2008a; 2008b; 2008c).

Historiquement, la logique économique n'a été que peu ou pas prise en compte dans le développement et la production des projets spatiaux, compte-tenu du fait que le contrôle et la maîtrise des coûts ne constituaient pas des questions prioritaires par rapport aux performances techniques et à la qualité demandées sur ce type de système (Belleval, 2004; 2005a; Kechidi & Talbot, 2006; Talbot, 2007). Les projets spatiaux sont d'ailleurs reconnus comme étant, pour diverses raisons, intrinsèquement et systématiquement hors des budgets prévus initialement (Nightingale, 2000; Belleval, 2004; 2005b). Ce type de positionnement n'a été que partiellement remis en cause ces dernières décennies par le développement de nouvelles stratégies pour essayer d'appliquer le « *design to cost* » (coûts plafonnés) sous le vocable « *Faster, Cheaper, Better* » à la NASA ou encore avec le programme (sans suite) de micro-satellites Myriade du CNES (Belleval, 2002; 2005a). Ces dernières années cependant, l'apparition de nouvelles contraintes économiques a conduit à jeter un œil nouveau sur la gestion économique des activités de production des systèmes complexes. Aujourd'hui, compte-tenu des montants élevés des sommes engagées, la question de la performance de tels processus revêt en effet une importance toute particulière en raison d'une part de la volonté politique de maîtriser les dépenses publiques et, d'autre part, des exigences sans cesse accrues de rentabilisation des capitaux investis sur des projets à financement privé (Belleval, 2005b).

Le développement et la mise en œuvre des versions successives du Système s'inscrit dans ce cadre. Historiquement, les perspectives techniques, stratégiques et politiques ont été les problématiques clés de ces programmes (Client B, 2005b; 2010; Client A, 2010; Client C, 2010d; 2010e). En conséquence, et jusqu'à ces dernières années, le contrôle et la maîtrise des coûts n'étaient considérés que de manière secondaire dans la production du Système au sein de l'Entreprise. Néanmoins, celle-ci évolue depuis ces dernières années dans un environnement économique de plus en plus contraignant. En effet, que ce soit au regard des contraintes budgétaires extérieures (compétitivité du marché, pressions du client) ou des objectifs financiers internes voulus par les actionnaires publics (maîtrise des dépenses de l'Etat) et privés (retour sur investissement), les contraintes économiques pesant sur l'organisation sont devenues de plus en plus fortes (Frigant et al., 2006; Talbot, 2007; Belleval, 2008). Les ressources nécessaires à financer la production du Système étant soumises à des contraintes de plus en plus fortes, le financement des activités non-strictement indispensables a été remis (partiellement) en question. Ainsi, la gestion des modifications est progressivement apparue comme un domaine d'activités où l'Entreprise pouvait piloter la production dans un contexte plus contraignant. Surtout que, depuis quelques années, la

situation de cette activité au sein de l'Entreprise est devenue particulièrement difficile à gérer avec un flux entrant des demandes non maîtrisé et l'accumulation d'un portefeuille de plus en plus conséquent de modifications autorisées mais non encore appliquées (Entreprise, 2008c).

Au-delà des difficultés inhérentes à la gestion d'un flux de demandes non maîtrisé, c'est la question de la maîtrise des implications en termes de ressources et d'activités supplémentaires engendrées (et donc de coûts) qui s'est ainsi développée (Entreprise, 2008c). Certains acteurs de l'organisation ont de ce fait commencé à poser précisément la question du coût des évolutions et de sa prise en compte dans le processus de décision. Dans cette situation, les premières étapes de la démarche exploratoire menée ont permis de mettre en évidence la présence d'un élément particulier dans les processus : l'utilisation du terme de « modification sans coût ». L'étonnement suscité par cette découverte est lié à l'impossibilité de sa présence si l'on s'en tient à la perspective de la théorie rationaliste des coûts où l'idée qu'une évolution, qui nécessite l'utilisation d'un certain nombre de ressources pour gérer, traiter et appliquer la modification, puisse être sans coûts n'est pas envisageable. Les caractéristiques spécifiques du secteur spatial, où la logique économique est généralement en retrait par rapport à la logique technique (Frigant et al., 2006; Kechidi & Talbot, 2006), tendent à nuancer cette surprise. Cependant, l'émergence d'un contexte de plus en plus contraignant semble être en contradiction avec la présence, et les implications potentielles, de la « modification sans coût » dans les processus organisationnels.

Ces nouvelles contraintes remettent en effet en perspective des questions telles que la maîtrise du flux des demandes et le contrôle des coûts des évolutions. Dans ce cadre, la présence de la notion de « modification sans coût » semble être un élément particulièrement intéressant à analyser, d'autant plus que celle-ci apparaît comme fortement liée aux pratiques à l'œuvre dans l'activité de gestion des évolutions. C'est dans cette perspective que la question de recherche suivante a été posée :

Comment la « modification sans coût » émerge-t-elle en tant qu'outil dans l'organisation et quelles sont ses relations avec les pratiques de la gestion des évolutions dans la production du Système ?

4. L'ENVIRONNEMENT THEORIQUE AUTOUR DE LA QUESTION DE RECHERCHE ET LE CHOIX DE LA THEORIE DE L'ACTEUR-RESEAU POUR APPREHENDER LA « MODIFICATION SANS COUT »

Si la question de recherche formulée est donc issue d'une problématique de terrain, elle s'inscrit également dans un champ théorique spécifique. Tout d'abord, il s'agit d'une étude de cas d'une production complexe et, dans ce sens, cette étude se situe dans le cadre de la littérature sur les Produits ou Systèmes Complexes (Weick, 1987; Hobday, 1998; 2000; Hobday & Rush, 1999; Perrow, 1999a; Perrow, 1999b; Weick et al., 1999; Davies & Brady, 2000; Hobday et al., 2000; Nightingale, 2000; Wang & Von Tunzelmann, 2000; Coutu, 2003), même si certaines caractéristiques du Système le rendent spécifique (Entreprise, 2006; Belleval, 2008; Client C, 2010c). En parallèle, le sujet de recherche portant sur l'activité de gestion de configuration, la littérature sur les évolutions techniques et sur la gestion des évolutions techniques permet d'appréhender les notions de « modification » et de « gestion des modifications » utilisées par l'Entreprise à travers les concepts d'« évolution technique » et de « gestion de configuration » développés dans la littérature (Diprima, 1982; Reidelbach, 1991; Saeed et al., 1993; Wright, 1997).

Alors que le sujet de la recherche porte sur la gestion de ces modifications d'un point de vue économique, la démarche de recherche se situe par conséquent dans le domaine du contrôle de gestion organisationnel et plus précisément dans le champ de la comptabilité de gestion (N'Gahane & De Rongé, 1996; De Rongé, 2000; Cohen, 2001; Bouquin, 2011). Si la littérature en comptabilité de gestion est riche et a été développée dans une diversité importante de contextes, il fait souligner que peu d'études prennent en compte les spécificités de productions complexes telles que celles du domaine spatial (Belleval, 2008). Or, les caractéristiques spécifiques de ce type de secteur, font que les éléments issus d'études effectuées dans d'autres domaines paraissent difficilement transposables (Belleval, 2004; Belleval, 2008). De manière générale, les caractéristiques des PSC ne permettent pas l'utilisation des outils classiques de gestion et il est donc nécessaire de créer de nouveaux outils pour contrôler et piloter la performance de l'entreprise (Belleval, 2008). Dans cette situation, l'appréhension de la « modification sans coût » en tant qu'outil de gestion pouvait être envisagée de multiples manières.

Ceux-ci peuvent en effet être considérés comme la représentation d'une réalité objectivement connaissable et vérifiable, où les données de gestion représentent des réalités économiques et où l'attention est dirigée vers une meilleure représentation de cette réalité (Boland & Pondy, 1983; Covaleski & Dirsmith, 1990; Vollmer, 2007). On parle alors de perspective rationaliste des outils de gestion. Les caractéristiques de la recherche et la nature même de la « modification sans coût » ont conduit rejeter ce type d'approche. En effet, cette notion ne semble être le résultat ni de l'absence de consommation de ressources organisationnelles pour cette activité, ni de l'ignorance des acteurs sur les coûts inhérents à la mise en œuvre d'évolutions (Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 5, 2010; Responsable Programme 1, 2011a). Dans cette situation, les outils de gestion peuvent également être appréhendés comme des signes d'une réalité socialement construite par l'organisation et on parle alors d'approche non-rationaliste (Baxter & Chua, 2003). Dans ces perspectives, les outils de gestion et les données qu'ils fournissent sont des indicateurs de l'activité organisationnelle et des pratiques construites par les acteurs de l'organisation (Moisdon, 1997a; David, 1998; Perez et al., 2005). En raison des caractéristiques du terrain et de la « modification sans coût », la recherche s'est inscrite dans une approche non-rationaliste des outils de gestion et, dans ce cadre, la « modification sans coût » a été considérée comme le signe de la construction de quelque chose dont une étude approfondie a permis de rechercher les significations et les implications.

Parmi les multiples courants non-rationalistes pouvant être mobilisés (Baxter & Chua, 2003), c'est la théorie de l'acteur-réseau (Callon, 1986; Latour, 1995; Law & Hassard, 1999) qui a été choisie pour appréhender l'outil de gestion « modification sans coût ». La théorie de l'acteur-réseau permet en effet de répondre à trois conditions et ainsi d'être cohérent et pertinent dans l'appréhension de la « modification sans coût » au sein du contexte de l'Entreprise. Premièrement, comme d'autres approches non-rationalistes, cette théorie permet une appréhension non purement représentationnel de l'outil de gestion, la notion de « sans coût » pouvant être considérée comme autre chose qu'une représentation objective de la réalité. Deuxièmement, à travers la mobilisation du concept d'« actant » qui suppose une relative autonomie des acteurs humains et non-humains, ce cadre théorique donne l'opportunité de rendre compte de l'absence de maîtrise délibérée des outils de gestion et de leurs usages par un ou plusieurs acteurs de la situation. Troisièmement, l'utilisation de la théorie de l'acteur-réseau permet d'appréhender le dispositif technique, ici l'outil de gestion, comme une cristallisation de pratiques organisationnelles à partir desquelles il émerge.

Compte-tenu de l'ensemble de ces éléments, la recherche-action menée dans l'organisation, et dont les principales étapes vont être maintenant décrites, s'est donc inscrite dans le cadre de la théorie de l'acteur-réseau de manière à pouvoir répondre à la question de recherche posée.

5. PLAN DE LA RECHERCHE

La première partie de cette étude sera consacrée à l'appréhension de l'environnement industriel et du terrain de recherche. Après une présentation générale des caractéristiques du contexte industriel de cette étude (le secteur spatial), une description plus précise du terrain où cette recherche a été menée sera développée autour de l'Entreprise et de la production du Système. Cela amènera ensuite à caractériser le sujet de la recherche, la gestion des modifications, à travers la définition des notions de « modification » et de « gestion des modifications » ainsi que la présentation des processus mis en place et des acteurs qui y sont impliquées. C'est à partir de l'ensemble de ces éléments que la question de recherche émergera.

Dans la deuxième partie, le positionnement épistémologique et les choix méthodologiques seront présentés. Tout d'abord, la démarche ayant abouti au choix d'un positionnement épistémologique pragmatiste sera développée. Puis, le choix de la méthodologie de la recherche-action sera justifié dans le cas de cette étude de cas de la gestion des modifications du Programme de production du Système, ainsi que le cheminement et les multiples méthodes de recherche utilisés.

Dans la troisième partie, la revue de la littérature autour de la question de recherche sera effectuée et le choix du cadre théorique présenté. La revue de la littérature permettra de situer cette étude par rapport aux spécificités du domaine industriel du terrain de recherche (les Produits et Systèmes Complexes) et au sujet de la recherche sur les modifications et leur gestion (les évolutions techniques et la gestion de configuration). Le processus de choix d'un cadre théorique permettra ensuite de justifier l'utilisation de la théorie de l'acteur-réseau pour appréhender l'outil de gestion « modification sans coût ».

Dans la quatrième partie, la recherche-action menée dans l'Entreprise sera présentée. A partir des éléments réunis autour du rôle et des décisions de la Commission, des auteurs des modifications et de leurs justifications, une question clé sur le filtrage des demandes non-nécessaires émergera. Pour l'appréhender, la perspective se portera en particulier sur le rôle de la dimension économique et, dans ce cadre, c'est l'émergence de l'outil de gestion « modification sans coût » qui sera largement analysée. La présentation de la recherche-action s'achèvera par la description des caractéristiques du plan de transformation de la gestion des modifications proposé au sein de l'Entreprise et dont les recommandations seront discutées par la suite.

Dans la cinquième et dernière partie, une discussion des données issues de la recherche-action dans le cadre de la théorie de l'acteur-réseau sera développée. Tout d'abord, une interprétation du processus de gestion de configuration et de la « modification sans coût » sera effectuée à travers les concepts clés de ce champ théorique, ce qui permettra ensuite de caractériser les multiples dimensions auxquelles renvoie la « modification sans coût ». Alors qu'un décalage a été identifié entre les pratiques à l'œuvre dans cette activité et les contraintes contextuelles, une interprétation sera proposée autour du rôle clé des acteurs non-humains, et en particulier de la « modification sans coût », dans la construction et le maintien de pratiques collectives issues de logiques héritées du passé. Dans cette situation, la portée à court et long-terme du plan de transformation proposé dans l'Entreprise sera finalement discutée et notamment l'impact potentiel de celui-ci dans la résolution du décalage temporel mis en évidence.

PARTIE 1 – PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DU TERRAIN DE RECHERCHE

Les progrès technologiques exponentiels du siècle dernier ayant permis de développer et de produire des systèmes de plus en plus complexes, l'industrie a dû s'adapter à des situations qui s'éloignaient de plus en plus de la production traditionnelle. Dans cette perspective, des entreprises et des organisations industrielles capables de gérer ce type de production ont émergé en construisant des modes de gestion adaptés aux particularités de ces systèmes. Cela a notamment été le cas dans le domaine spatial où des organisations industrielles complexes, ayant la capacité de mener à bien des projets de très haute technologie, se sont progressivement développées. C'est en particulier le cas pour le produit spatial qui fait l'objet de cette étude, le Système. Celui-ci se situe au cœur d'une organisation industrielle complexe devant permettre de prendre en compte ses propriétés spécifiques. Parmi les acteurs clés de cette organisation, on trouve l'entreprise au sein de laquelle cette recherche a été menée. Celle-ci est devenue en 2000 le maître d'œuvre unique pour le développement et la production du Système.

L'objet de cette première partie est donc de présenter l'environnement industriel de haute technologie dans lequel s'est inscrite cette étude (le secteur spatial), avant de décrire plus précisément le contexte spécifique du terrain de recherche c'est-à-dire celui de la production du Système (ses acteurs, son organisation industrielle et ses caractéristiques). Ces éléments permettront ensuite de mettre en évidence la pertinence du domaine de recherche qui a été défini, à savoir la gestion des modifications du système produit. C'est dans ce cadre que sera présenté pourquoi et comment la question de recherche a émergé à partir des problématiques du terrain.

1. PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

1.1. Le secteur spatial

A l'origine, ce sont le rêve et la vision, la recherche de la connaissance scientifique et technologique, mais surtout la volonté politique d'exploration de l'espace dans le contexte de la Guerre Froide, qui sont à l'origine de la course à l'espace des années 1950-1960 et donc du développement initial du secteur spatial (Logsdon, 2006a; Tolyarenko, 2006a). La conquête de la Lune en 1969 par les Etats-Unis avec les premiers pas de Neil Armstrong sur le satellite naturel de la Terre, de même que les missions Apollo qui ont suivi[4], restent encore à l'heure actuelle le plus grand exploit réalisé par l'Homme dans ce domaine. Alors qu'aujourd'hui la conquête de l'espace est en *stand-by*, notamment avec la retraite du *Shuttle* et l'arrêt du programme américain *Constellation* pour un retour sur la Lune d'ici 2020 (Bush, 2004; Logsdon, 2006a; 2011; Armstrong et al., 2011), le secteur spatial dans son ensemble est en plein essor. En effet, de nombreuses activités spatiales se sont progressivement et largement développées au cours de ces cinquante dernières années. En considérant les applications nées des technologies spatiales, il est possible de distinguer trois grandes catégories d'activités du secteur spatial : les activités militaires, les activités civiles non-commerciales (ou institutionnelles) et les activités civiles commerciales.

1.1.1. Le secteur spatial militaire

Les perspectives militaires de l'espace ont très vite été appréhendées par les premières puissances spatiales. Il ne faut pas oublier que, si la seule fonctionnalité de *Spoutnik 1*[5] était l'émission radio du fameux « bip-bip », l'événement impliquait une dimension militaire évidente puisqu'il symbolisait la possibilité future de lancements balistiques nucléaires intercontinentaux (Sourbes-Verger, 2002). C'est donc dès la fin des années 1950 qu'ont été menées les premières expérimentations spatiales militaires. Le développement qui s'en est suivi, avec des systèmes militaires spatiaux de plus en plus performants, a permis aux nations spatiales d'accroître leur capacité à jouer leur rôle de défense des intérêts nationaux vitaux

[4] Les missions Apollo 12, Apollo 14, Apollo 15, Apollo 16 et Apollo 17 se sont successivement et avec succès posées sur la Lune (au contraire de la mission Apollo 13 qui, en raison d'un grave accident subi sur le module de service trois jours après le décollage, n'a pas eu l'opportunité d'alunir).
[5] Mis en orbite par les Soviétiques le 4 octobre 1957, *Spoutnik* 1 est le premier satellite artificiel de la Terre.

et/ou de maintien de la sécurité internationale (Bailly, 2003; Tolyarenko, 2006b; Pascallon & Dossé, 2011).

Aujourd'hui, les activités militaires représentent une part importante du secteur spatial et, à titre d'illustration, le Département de la Défense des Etats-Unis est d'ailleurs l'organisme qui dépense le plus au monde dans le secteur spatial (Peeters, 2006b). Ses principaux acteurs sont ainsi les Ministères de la Défense (ou leurs équivalents) des puissances spatiales et les industriels qui produisent et intègrent les systèmes spatiaux militaires (Peeters, 2006b; Tolyarenko, 2006b). De manière générale, les programmes et applications militaires dans le spatial concernent principalement l'accès à l'espace (lancement, opérations en orbite et désorbitation), l'usage de la force et ses applications (géolocalisation, navigation, télécommunications, météorologie, intelligence, surveillance, reconnaissance, défense) et le contrôle de l'espace (connaissance de la situation, capacités spatiales défensives et offensives) (Tolyarenko, 2006b). Les systèmes spatiaux militaires permettent ainsi l'observation de la Terre, la navigation, ainsi que les télécommunications et la transmission de données sécurisées à caractère militaire, tout en présentant, entre autres, l'atout unique de ne pas être atteignables par d'autres puissances, du moins à l'heure actuelle[6] (Tolyarenko, 2006b; 2006c).

Cependant il faut préciser que l'un des éléments clés du secteur spatial est l'étroitesse des liens entre les applications spatiales militaires et les applications spatiales civiles, ce qui rend leur frontière perméable (Farrow, 2006; Tolyarenko, 2006a; 2006b). En effet, depuis le début de l'ère spatiale, et particulièrement ces deux dernières décennies avec la fin de la Guerre Froide, les utilisations duales des systèmes spatiaux, c'est-à-dire à la fois militaires et civiles, se sont largement développées (OCDE, 2005; Williamson, 2006). Par exemple, des développements à but militaire ont pu donner naissance à des applications institutionnelles ou commerciales. Ce fut le cas par exemple du système de localisation et de navigation *Global Positioning System* (GPS), développé à l'origine par le Département de la Défense américain et qui a ensuite généré de nombreuses applications civiles, même si les services militaires (*Precise Positioning System*) et civils (*Standard Positioning System*) du GPS restent séparés (Kaplan & Hegarty, 2005). Dans ce contexte, les activités militaires spatiales n'ont donc pas été les seules qui se soient développées depuis un demi-siècle. Compte-tenu de la dualité des applications spatiales, mais également des aspirations multiples des agences spatiales et des

[6] Le tir anti-missile chinois du 11 janvier 2007 pourrait cependant être un précurseur dans l'évolution de cette situation.

acteurs privés, le secteur spatial civil s'est également largement étendu à travers deux autres composantes majeures : le secteur non commercial ou institutionnel et le secteur commercial.

1.1.2. Le secteur spatial civil : le spatial institutionnel et le spatial commercial

Le secteur civil non-commercial ou institutionnel s'est développé à partir des années 1960 avec la création des grandes agences spatiales, notamment la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) aux Etats-Unis, *Roskosmos* pour la Russie, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) en Europe ou encore le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) pour la France. Financées par leurs Etats-membres, ces agences mènent des missions civiles à but non commercial dans les domaines de la recherche scientifique (sciences spatiales, astronomie, physiologie, biologie, astrobiologie, planétologie et expérimentation dans des conditions de microgravité), des télécommunications, de la navigation, de l'observation de la Terre, des systèmes géographiques d'information, des vols spatiaux habités et de l'exploration de l'espace (Revol, 2001; Farrow, 2006; Conseil de l'Union Européenne & Conseil de l'ESA, 2007; ESA, 2010; CNES, 2010a). Les activités des différentes agences dépendent notamment de leurs intérêts spécifiques dans les domaines suscités. On peut également souligner qu'aujourd'hui de plus en plus de projets sont mis en œuvre par des collaborations internationales entre plusieurs agences. L'exemple le plus significatif concerne bien sûr la construction et l'utilisation de la Station Spatiale Internationale (*International Space Station – ISS*) entre les agences américaine, russe, européenne, japonaise et canadienne (Manzione, 2002; Logsdon, 2006b).

Au-delà des applications institutionnelles, les opportunités commerciales du secteur spatial ont émergé en grande partie grâce aux besoins croissants en télécommunications de ces dernières décennies. C'est en effet la hausse exponentielle de la demande d'information dans la téléphonie, la télévision et les nouvelles technologies, qui a permis l'émergence et le développement croissant d'activités spatiales à but commercial et ce notamment depuis la fin de la Guerre Froide (OCDE, 2005; 2008). Dans ces perspectives, les satellites de télécommunications peuvent être utilisés comme des stations relais transmettant des données entre deux positions, avec l'avantage de profiter d'un accès plus simple et plus rapide entre ces points (Farrow, 2006). Ils disposent également d'une couverture naturelle importante et

indépendante des spécificités topographiques du terrain, ce qui est particulièrement utile pour les applications mobiles (Tolyarenko, 2006c). D'un point de vue économique, l'investissement dans des technologies spatiales commerciales peut être plus rentable à moyen-terme que la mise en place d'infrastructures concurrentes terrestres, comme c'est par exemple le cas avec la fibre optique (Farrow, 2006; Peeters, 2006a; Tolyarenko, 2006c). Par conséquent, la fabrication et la mise en orbite de satellites destinés aux télécommunications s'est considérablement développée jusqu'à arriver à une situation où, aujourd'hui, des opérateurs satellitaires sont propriétaires de véritables constellations de satellites (Farrow, 2006; Tolyarenko, 2006c).

Alors que le secteur spatial s'est donc développé dans de multiples activités (militaires, institutionnelles et commerciales) au cours de ces cinquante dernières années, des organisations industrielles capables de développer et de produire les systèmes spatiaux ont dû se mettre en place avec le temps.

1.2. L'organisation industrielle dans le spatial

L'organisation industrielle autour de systèmes complexes tels que les produits spatiaux nécessite la mise en œuvre d'alliances stratégiques complexes, où les firmes impliquées dans la réalisation d'un projet partagent leur expertise dans un but défini (Mintzberg, 1999). Ce type de système complexe est donc souvent produit par des organisations industrielles qui incorporent des maîtres d'œuvres, des intégrateurs, des utilisateurs, des acheteurs, d'autres fournisseurs sous forme de petites et moyennes entreprises, et parfois des agences gouvernementales (Hobday, 2000). Celles-ci se construisent au cœur d'un environnement spécifique, où la logique de marché s'éloigne très largement de celle des biens courants et où une logique de développement technologique et scientifique forte est largement supportée par les acteurs publics. Dans ce contexte et compte-tenu de ses caractéristiques et ses enjeux spécifiques, le secteur spatial militaire est resté très largement contrôlé par les Etats et quelques grands acteurs industriels (Ghélardi, 2007). Les secteurs civils non-commercial et commercial ont eux vu leurs organisations industrielles progressivement évoluer. Alors qu'initialement le rôle des Etats y était également prépondérant, ces dernières décennies ont

vu l'arrivée d'un nombre de plus en plus important d'acteurs privés et l'émergence d'organisations industrielles mixtes publiques-privées (Ghélardi, 2007).

1.2.1. Logique de marché et logique de développement technologique du secteur spatial : un environnement spécifique

Les projets spatiaux échappent en général, partiellement ou totalement, à la logique de marché et ce notamment dans le cas des programmes gérés par les agences spatiales civiles telles que la NASA aux Etats-Unis, le CNES en France ou encore l'ESA en Europe (Belleval, 2001; 2004). Si les systèmes qui en résultent peuvent tout de même avoir une vocation commerciale (satellites de télécommunication ou de télédiffusion) et des fonctionnalités récurrentes (transmission de données), ces produits complexes en terme de profondeur (degré important de haute technologie) sont généralement associés à des marchés qui ne sont pas complexes en termes de largeur (diversité des clients) (Wang & Von Tunzelmann, 2000; Belleval, 2005b). Autrement dit, cela revient à mettre en lumière l'absence de marché réellement concurrentiel, que ce soit par rapport aux clients mais aussi aux sous-traitants. Cette situation est renforcée par deux éléments clés. Premièrement par le fait que le produit étant souvent développé après que la commande ait été finalisée, la conception est, dans nombre de cas, modifiée pour correspondre aux exigences du client[7] (Hobday et al., 2000). Deuxièmement par le constat que, dans certains de ces secteurs des organisations puissent être à la fois juges et parties dans leurs relations industrielles. C'est en effet régulièrement le cas dans le secteur spatial où, par exemple, une organisation peut produire un système ou un sous-système tout en étant en même temps actionnaire du client auquel il est destiné (Contrôleur 1, 2008; Responsable Programme 1, 2011b).

S'il n'y a donc pas de logique de marché équivalente à celle des biens de consommation courants dans le domaine spatial, on peut cependant noter par ailleurs la présence d'une logique de développement technologique et scientifique forte supportée par les acteurs publics. Le secteur spatial est ainsi un domaine de haute technologie permettant le développement et la mise en œuvre d'avancées techniques et scientifiques de grande ampleur (Cohendet & Lebeau, 1987; Belleval, 2001). Dans ce sens, il représente pour les acteurs

[7] Dans la production de masse, cette séquence est différente puisque le développement du produit vient en premier, ensuite la production et finalement le marketing (Hobday et al., 2000).

publics une opportunité d'investissement dans l'avenir, non seulement par rapport aux retombées attendues et attachées spécifiquement aux activités spatiales (voir *Partie 1 – 1.2.2. Le rôle historique des Etats dans le secteur spatial*), mais également dans les effets consécutifs qui se produisent en dehors de celles-ci, puisque les activités spatiales sont à l'origine de nombreux dérivés directs et indirects (ou « *spin-offs* ») dans d'autres secteurs d'activités (Peeters, 2006b; 2006a; Tolyarenko, 2006a). Dans cette logique de développement technologique et scientifique, ce sont les agences spatiales qui agissent comme le bras armé des Etats pour le développement des technologies et des systèmes jugés critiques (Belleval, 2005b; Tolyarenko, 2006a). Elles répondent en particulier à des situations où aucun maître d'œuvre ne peut assurer à lui seul le développement de tels systèmes et elles permettent la réalisation de tout ou partie de ses constituants grâce à un apport de fonds ou un support d'expertise publics (Belleval, 2005b).

Tandis que le secteur spatial implique donc une logique de marché spécifique et une logique de développement technologique et scientifique forte supportée par les acteurs publics, il n'est donc pas surprenant que les Etats aient été historiquement au cœur des organisations industrielles du secteur spatial.

1.2.2. Le rôle historique des Etats dans le secteur spatial

Dès le début de l'ère spatiale, le rôle des Etats a en effet été prépondérant dans ce secteur, ceux-ci étant les seuls clients de produits et de services spatiaux (OCDE, 2005). Ce rôle central a été géré soit directement avec les départements militaires, soit indirectement avec les agences spatiales civiles. Les raisons de l'intérêt des Etats à s'impliquer dans ce secteur sont principalement de trois ordres : stratégique, scientifique et financier.

En premier lieu, les Etats se sont impliqués pour des raisons stratégiques dans le domaine spatial (Bailly, 2003). Historiquement, la course à l'espace a ainsi été l'occasion pour les Etats-Unis et l'Union soviétique de se mesurer et de prouver leur suprématie technologique face à leur concurrent. Cet aspect stratégique était d'ailleurs renforcé par la synergie technologique entre le spatial civil et les applications militaires (voir *Partie 1 – 1.1. Le secteur spatial*), notamment entre les lanceurs spatiaux civils et les missiles balistiques militaires

(Nardon, 2003). Dans le passé et aujourd'hui encore, le spatial est de fait considéré comme un secteur particulièrement stratégique. C'est le cas pour les applications spatiales militaires bien sûr (Pascallon & Dossé, 2011), mais également dans le secteur civil avec le développement et la production de lanceurs spatiaux garantissant un accès à l'espace ou encore l'utilisation des satellites en orbite pour l'observation ou la localisation (ESA, 2005a; 2010; CNES, 2010b; 2010c).

On peut également mesurer l'importance de cette perspective *a contrario* en constatant le problème stratégique auquel font face aujourd'hui les Etats-Unis avec le retrait de la navette spatiale depuis mi-2011. Faute d'avoir développé un remplaçant au *Shuttle*, les Etats-Unis n'ont donc plus aujourd'hui de véhicules spatiaux pouvant transporter des astronautes et du cargo à la Station Spatiale Internationale (ISS) et ce jusqu'en 2015 au plus tôt (Kaufman, 2008; Logsdon, 2011). Pendant au moins quatre ans, ils seront donc dépendants de la technologie d'autres pays pour atteindre la station et particulièrement de la Russie qui est aujourd'hui la seule nation capable de transporter un équipage vers l'ISS (Kaufman, 2008). Cette situation place les Américains en position de faiblesse par rapport aux Russes que ce soit sur le plan économique (monopole de la Russie pour transporter des astronautes et prix à payer pour une place dans un équipage[8]), géopolitiques (relations bilatérales avec la Russie) et dans le leadership du secteur spatial (Armstrong et al., 2011; Logsdon, 2011).

Au-delà de ces questions stratégiques, les Etats et les agences spatiales ont identifié les nombreux bénéfices scientifiques et les nombreuses applications civiles du secteur spatial : l'observation, la navigation, l'exploration et l'expérimentation en micropesanteur (Farrow, 2006). Les activités spatiales permettent tout d'abord d'en apprendre davantage sur la Terre, sur son environnement spatial immédiat, sur le système solaire et sur l'Univers (ESA, 2005b; 2010). Les satellites dédiés à l'observation de l'environnement continental, marin et atmosphérique, ainsi que ceux destinés à la gestion des risques et des crises, permettent d'offrir les moyens pour une gestion durable de la Terre (ESA, 2010; CNES, 2010a). Quant aux systèmes de navigation, de localisation et de télécommunication, ils donnent eux l'opportunité de suivre l'environnement, la protection des populations et l'autonomie d'accès à l'information (ESA, 2005b; CNES, 2010a). L'exploration (humaine ou robotique) permet de son côté de mieux comprendre l'environnement spatial, notamment avec les télescopes

[8] Ce prix est aujourd'hui de plus de 60 millions de dollars (NASA, 2011)

orbitaux et les sondes spatiales qui révolutionnent la connaissance de l'Univers et du système solaire (ESA, 2010; CNES, 2010a). Enfin, la mise en orbite de stations spatiales (aujourd'hui l'ISS) donne l'opportunité à des scientifiques de mener des expérimentations en micropesanteur (CNES, 2010a).

L'implication prépondérante des Etats dans le secteur spatial s'explique enfin par la charge financière que représentent le développement et la production de systèmes spatiaux. En effet, les caractéristiques de ces produits, et notamment le fait qu'ils fassent appel à la haute technologie de manière intensive, rendent les coûts de la technologie spatiale considérables, que ce soit en termes de développement, d'infrastructures, de production et de maintenance (Hobday et al., 2000; Belleval, 2001; 2005a; Peeters, 2006b; 2006a). Ces produits sont donc difficilement abordables pour des acteurs privés seuls qui ne peuvent supporter entièrement la charge financière de ces projets (OCDE, 2005; Peeters, 2006b). Ce sont donc les Etats qui, historiquement, ont financé le secteur spatial. Cela reste encore le cas aujourd'hui, puisque même les satellites commerciaux bénéficient directement ou indirectement des budgets de recherche et développement des agences spatiales civiles ou encore d'applications venant du secteur militaire et donc largement financées par les Etats (Belleval, 2002).

Si, le secteur spatial s'est donc développé dès les origines autour du rôle central de l'Etat, la fin de l'ère des pionniers posa cependant des interrogations quant à la place de l'Etat dans les activités spatiales et au partage des rôles entre agences spatiales et industrie (Belleval, 2001). Progressivement donc, des acteurs privés sont arrivés dans ce secteur et y ont fait leur place de manière à pouvoir profiter de nouvelles opportunités commerciales (OCDE, 2005). Ce mélange d'intérêts publics et privés s'est de ce fait souvent concrétisé par des organisations industrielles mixtes.

1.2.3. Le développement d'organisations industrielles mixtes publiques-privées

Pendant longtemps, les Etats et les institutions publiques telles que les agences spatiales ont donc été au centre de l'industrie spatiale. En Europe, l'ESA a par exemple joué (et joue encore) un rôle clé dans ce secteur notamment dans la construction d'une cohésion et d'une

cohérence d'ensemble sur le long-terme (Cohendet & Llerena, 1992; ESA, 2010). L'agence européenne a ainsi été à l'origine de règles telles que celles du « *fair return* »[9] qui a façonné ce secteur industriel (Cohendet & Llerena, 1992). Cependant, ce rôle clé des entités publiques s'est transformé ces dernières décennies avec l'émergence d'organisations industrielles mixtes publiques-privées.

L'élément initial clé déclencheur d'un certain niveau de désengagement des Etats dans le domaine spatial vient de leurs difficultés budgétaires qui se sont accrues ces dernières décennies. Dans cette perspective, les dépassements quasi systématiques des budgets et des délais de réalisation des systèmes spatiaux, avec une finalité quelquefois difficilement justifiée, sont devenus politiquement inacceptables dès le début du XXIème siècle (Belleval, 2005a). Compte-tenu de leurs déficits chroniques, les Etats ont donc dû progressivement mettre en balance les considérations stratégiques et institutionnelles du secteur spatial avec la nécessité de maîtriser les dépenses publiques. De fait, le financement public, initialement très favorable au secteur spatial, s'est stabilisé progressivement entre les années 1960 et les années 1980, puis a lentement entamé une régression depuis le milieu des années 1990 (Belleval, 2005a; OCDE, 2008).

L'un des moyens de poursuivre l'action publique dans ce domaine, tout en réduisant les dépenses, a consisté à favoriser l'émergence d'acteurs privés et notamment dans le cadre des applications spatiales commerciales. Au-delà de l'aspect purement financier, les Etats ont également pu voir un intérêt industriel dans l'entrée d'acteurs privés sur ce secteur avec l'espérance de pouvoir profiter des synergies entre la technologie à but commercial et celle destinée à des objectifs institutionnels voire militaires (Williamson, 2006). De leur côté, alors que les acteurs privés ne pouvaient que rarement financer de manière autonome les activités spatiales de grande ampleur, ils pouvaient espérer profiter là de l'aide des Etats pour rentabiliser leurs investissements dans ce secteur (Peeters, 2006b). Cette situation, avec une convergence des intérêts entre des acteurs publics et des acteurs privés, a donné lieu à l'établissement d'organisations industrielles mixtes.

[9] Le principe du « *fair return* » (« juste retour ») stipule que le pourcentage de contribution au budget de l'ESA des Etats membres soit proportionnel au pourcentage des contrats attribués par l'ESA à l'industrie de ces Etats membres (Cohendet & Llerena, 1992).

C'est par exemple le cas du projet *Commercial Crew and Cargo Program* de la NASA (NASA, 2012). Par l'intermédiaire de celui-ci, l'agence spatiale américaine investit des ressources techniques et financières pour stimuler les efforts du secteur privé de manière à développer de nouvelles capacités de transport spatial, en orbite basse et pour l'ISS, pour du fret voire des équipages (Stone et al., 2008; NASA, 2012). Durant la première phase de ce programme, connue sous le nom de *Commercial Orbital Transportation Services* (COTS), la NASA a choisi d'aider deux sociétés privées, *SpaceX* et *Orbital Sciences*, pour qu'elles développent et démontrent leurs capacités au regard de la réalisation d'un véhicule de transport de cargo dans l'espace d'ici 2015 (Stone et al., 2008; NASA, 2010)[10]. Si l'Etat américain subventionne largement ce programme à travers la NASA, celui-ci lui permet en retour de faire des économies par rapport à un développement entièrement public, tout en misant sur l'apport de nouvelles technologies qui pourront être récupérées pour de futurs projets (civils voire militaires) (Stone et al., 2008; Lindenmoyer & Stone, 2010; NASA, 2012). Du point de vue des entreprises privées retenues, l'aide financière et technique de l'Etat et de la NASA leur permet de s'investir dans des activités pour lesquelles elles n'auraient pas pu se positionner avec leurs seuls capitaux et compétences propres (Stone et al., 2008; Lindenmoyer & Stone, 2010).

Un autre exemple d'organisation industrielle mixte dans le secteur spatial concerne la mise en œuvre des programmes de développement et de production du produit complexe de haute technologie qui fait l'objet de cette étude : le Système. Largement développés et financés par les acteurs publics à l'origine, ces programmes se sont en effet progressivement ouverts aux acteurs privés. Tandis que ces programmes civils ont été mis en œuvre en parallèle de leurs équivalents militaires, des savoirs-faires technologiques civils et militaires ont pu se développer conjointement. Ces synergies ont non seulement permis de répartir les investissements consentis sur deux domaines d'application, en profitant des liens entre différents projets à forte technologie, mais aussi d'impliquer des organisations privées dans les programmes civils (puis par la suite militaires) et donc de répartir les coûts. L'implication d'acteurs privés a offert à ces derniers l'opportunité de profiter des perspectives intéressantes du marché spatial autour du Système, puisque la croissance continue des besoins en télécommunications a développé un marché qui représente aujourd'hui plus du double de celui combiné des secteurs militaires et institutionnels (Clerc, 2006; Peeters, 2006b; 2006a).

[10] Le premier vol du lanceur *Space X* a d'ailleurs eu lieu le 22 mai 2012.

Cependant, le soutien des Etats à ces acteurs privés, par l'intermédiaire des agences spatiales, est resté indispensable pour le développement et la production du Système, en particulier compte-tenu des montants des investissements nécessaires et non rentabilisables devant être consentis pour de tels produits complexes (Belleval, 2001; Clerc, 2006). Par conséquent, une organisation industrielle mixte publique-privée s'est progressivement constituée pour mener à bien les programmes de développement et de production du Système.

De manière générale, il faut garder à l'esprit qu'il ne pourrait y avoir aujourd'hui de marché spatial durable sans la présence et le soutien des Etats. Ces derniers restent donc particulièrement impliqués que ce soit à travers le subventionnement des industries par les agences spatiales ou par la participation au capital de ces entreprises. C'est donc par l'intermédiaire d'organisations industrielles mixtes que des entreprises privées ont pu s'impliquer dans les programmes de développement et de production de systèmes spatiaux. C'est ainsi le cas pour la production du Système qui s'effectue à travers une organisation industrielle complexe publique-privée où de multiples et divers acteurs majeurs interagissent. C'est ce contexte organisationnel particulier qui va maintenant être présenté.

2. LE CONTEXTE ORGANISATIONNEL DE LA PRODUCTION DU SYSTEME

Après la présentation générale de l'environnement industriel dans lequel se situe cette étude (le secteur spatial), l'intérêt va être porté plus précisément au contexte spécifique du terrain de recherche, c'est-à-dire à celui de la production du Système. Pour cela, les acteurs impliqués dans le programme de mise en œuvre du Système, le produit complexe de haute technologie qui constitue l'objet de la recherche, vont tout d'abord être présentés. Les organisations industrielles successives, qui ont conduit le développement et la production du Système, seront ensuite décrites en mettant notamment en évidence l'évolution du rôle de l'Entreprise, l'organisation intégratrice du secteur aérospatial dans laquelle a été développée cette étude. Enfin, le Système et son évolution depuis la phase de développement jusqu'à aujourd'hui seront présentés.

2.1. Les acteurs impliqués dans la production du Système

2.1.1. L'Entreprise

Acteur majeur de la production du Système depuis les premiers programmes, l'Entreprise a vu son rôle renforcé en l'an 2000 avec son passage en tant que maître d'œuvre industriel unique du Système. De manière plus générale, l'Entreprise est un intégrateur européen du secteur aérospatial qui met en œuvre de multiples programmes civils ou militaires. Elle réalise un chiffre d'affaires de plusieurs milliards d'euros, dont quelques centaines de millions d'euros pour la seule production du Système. Elle emploie par ailleurs plusieurs milliers de personnes et est présente dans différents pays européens. Impliquée dans de multiples activités du secteur spatial (lanceurs et satellites), c'est dans l'une de ces activités et au sein de l'un de ses sites de production que cette recherche a été menée. Pour cela, le chercheur a été intégré à l'équipe du Programme de production du Système, dont le rôle est la gestion des activités du Centre de Compétences et des sous-traitants pour la mise en œuvre des contrats de production signés avec les clients (Entreprise, 2007b; Belleval, 2008).

2.1.2. Les autres acteurs

Au-delà de l'Entreprise, d'autres acteurs (privés ou publics) jouent un rôle clé dans l'organisation de la production du Système : le Client A, le Client B, le Client C et de multiples industriels.

Le Client A est une société de droit privé qui est sous contrat avec l'Entreprise pour la livraison du Système produit et intégré. Elle se charge quant à elle de fournir les services associés à l'utilisation du Système (Clerc, 2006). Leader dans son domaine, elle réalise un chiffre d'affaires de plusieurs centaines de millions d'euros et emploie quelques centaines de personnes (Client A, 2010). Le Client B et le Client C sont des organismes publics sous contrat avec l'Entreprise pour le développement des futures versions du Système. Dans ce sens, ils coordonnent les ressources financières et techniques de manière à définir une stratégie industrielle en fonction des contraintes établies (Client B, 2010; 2010e). En parallèle, ils sont les garants du maintien des fonctions et des caractéristiques de la version actuelle du Système lors de sa phase de production (Client A, 2007; Client B, 2010; Client C, 2010a; 2010e). Enfin plusieurs centaines d'industriels participent au Programme de production du Système. Leur importance est extrêmement variable puisqu'il peut s'agir de simples fournisseurs de composants, mais aussi de sociétés responsables de tout un sous-système (Client C, 2010a). Ces industriels sont depuis 2000 sous la maîtrise d'œuvre de l'Entreprise, mais cela n'a pas toujours été le cas puisque l'organisation industrielle de la production du Système a largement évolué dans le temps.

2.2. L'organisation industrielle autour du Système

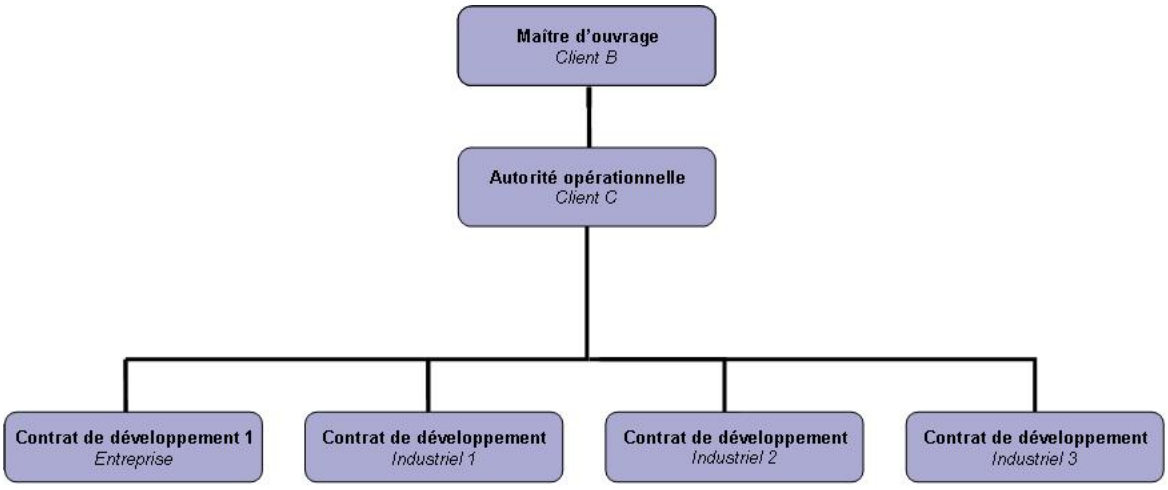
Le Système est un produit qui est présent à la fois sur le domaine institutionnel (ou civil non-commercial) et commercial (voir *Partie 1 – 1.1.2. Le secteur spatial civil : le spatial institutionnel et le spatial commercial*). Si les entités publiques ont été à l'origine de la conception du Système **(Client B, 2005a; Client C, 2010b; 2010d)**, l'Entreprise est historiquement l'un des acteurs clés de l'organisation industrielle qui s'est construite pour la mise en œuvre du développement et de la production du Système **(Entreprise, 2007b)**. Ce rôle a cependant été considérablement renforcé depuis 2000 avec le passage de la société au rang de maître d'œuvre unique **(Entreprise, 2007b; Client C, 2010a)**. Ce sont ces organisations industrielles successives, passée et actuelle, qui vont maintenant être décrites.

2.2.1. L'organisation industrielle historique autour de la production du Système

Jusqu'en 2000, l'organisation industrielle globale mise en place autour des programmes de développement et de production du Système a peu évolué, même si les industriels impliqués ont pu eux changer compte-tenu notamment de la longueur du cycle de vie de ce produit (voir *Partie 1 – 2.3. Présentation du Système : un produit en constante évolution*). Cette organisation industrielle historique, qui a prévalu jusqu'en 2000, va maintenant être présentée en distinguant deux périodes principales : la phase de développement (années 1980 – première partie des années 1990) et la phase de production (deuxième partie des années 1990).

Dans cette organisation historique en phase de développement (voir *Graphique 1*), le Client B détenait le rôle de maître d'ouvrage du Système et le Client C agissait comme son bras droit opérationnel. Concrètement, les programmes de développement du Système ont été conduits sous la direction d'ensemble du Client B, qui confiait ensuite la direction technique et la gestion financière de ces travaux au Client C (Client C, 2010a). Ce dernier avait pour rôle d'établir les spécifications du programme et plaçait les contrats industriels au nom et pour le compte du Client B qui gardait quant à lui un rôle de contrôle et de suivi (Client A, 2007).

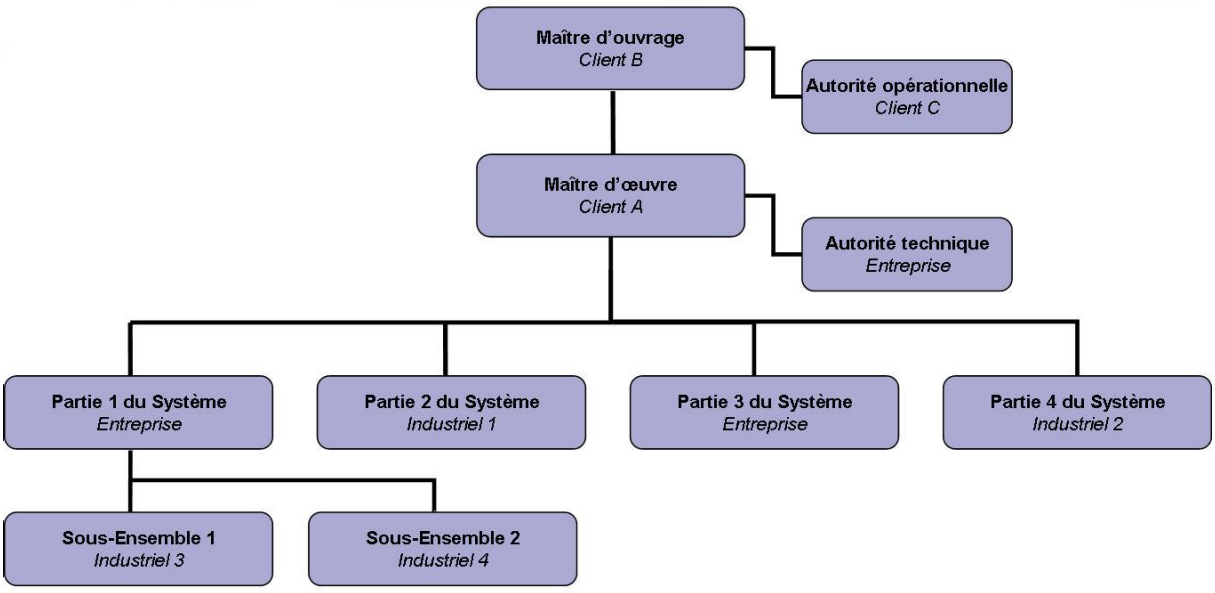
GRAPHIQUE 1



L'organisation industrielle historique des programmes de développement du Système

Une fois la phase de développement achevée avec la qualification du Système au milieu des années 1990, le début de la phase de production a pu débuter avec une organisation industrielle différente (voir *Graphique 2*). En effet, lors de cette phase, la production du Système et la commercialisation de ses services ont été confiées à une structure industrielle de droit privé crée dans ce but, le Client A (Clerc, 2006). C'est-à-dire que, dès l'obtention de la qualification d'une version nouvelle ou améliorée du Système, le Client B en tant que maître d'ouvrage mettait à la disposition du Client A les résultats du programme de développement ainsi que les moyens de production et les installations correspondantes (Client A, 2007). Dans cette organisation historique, le Client A agissait donc en tant que maître d'œuvre de production. Pour cela, il s'appuyait d'une part sur l'Entreprise en tant qu'autorité technique industrielle du produit global et, d'autre part, sur les industriels responsables des différentes parties du Système (Client C, 2005; Responsable Programme 1, 2011b). Quant au Client C, il gardait une autorité opérationnelle qui se traduisait par une implication dans diverses activités et notamment dans la responsabilité de l'activité de gestion des modifications du Système qui sera au cœur de cette étude (Client A & Client C, 2000).

GRAPHIQUE 2



L'organisation industrielle historique du programme de production du Système

Il faut noter que cette organisation historique pour le développement et la production du Système est similaire à celle prévalant pour les versions précédentes du Système, même si les

acteurs impliqués ont eux largement changé d'une version du Système à une autre (Client C, 2010a; 2010b). Cette organisation industrielle a cependant largement évolué à partir de l'an 2000 au moment où une nouvelle distribution des responsabilités parmi les acteurs a émergé.

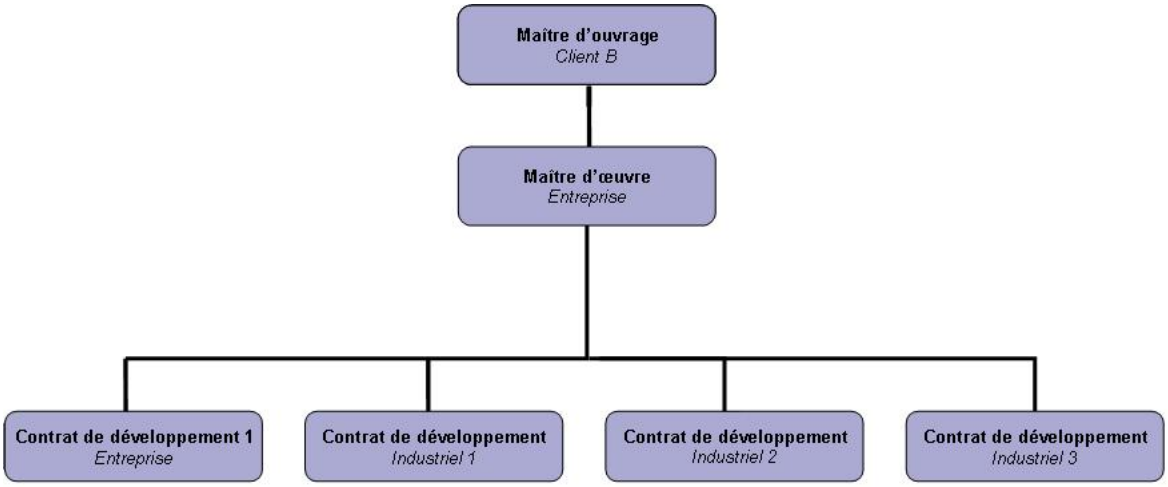
2.2.2. L'organisation industrielle actuelle de la production du Système

A la suite d'un grave incident survenu sur l'un des Systèmes produits, qui a mis notamment en lumière des problèmes majeurs dans l'organisation de la production, cette organisation industrielle historique a été largement modifiée en 2000. A partir d'un certain nombre de mesures proposées par le Client B dans le but de rationaliser les opérations, d'améliorer la transparence et d'éviter les duplications, une distribution différente des responsabilités dans la production a de fait été actée (Client B, 2005a; Entreprise, 2006). Une nouvelle répartition des activités entre les acteurs a ainsi émergé et elle prévaut encore à l'heure actuelle. Dans cette nouvelle organisation, le rôle et les responsabilités des acteurs publics et privés ont été redéfinis pour réaliser un meilleur équilibre entre les deux secteurs (Client B, 2005a) :

- la conception, le développement et la production des Systèmes étant effectués par un certain nombre d'industriels en Europe, un unique maître d'œuvre industriel est désigné : l'Entreprise ;
- le Client A est chargé d'exécuter la phase opérationnelle d'exploitation du Système ;
- le Client B est quant à lui responsable de la gestion globale des programmes.

L'une des principales évolutions concerne donc le fait que toutes les activités du Système, au niveau industriel, soient dorénavant structurées autour de l'Entreprise comme maître d'œuvre unique, que ce soit pour le développement ou la production. Dans le premier cas, l'Entreprise devient l'interlocuteur unique et le maître d'œuvre du Client B pour les prochaines phases de développement du Système (Entreprise, 2006), ce qui la rend notamment responsable de la gestion de l'ensemble des contrats de développement mis en place avec les industriels concernés (voir *Graphique 3*).

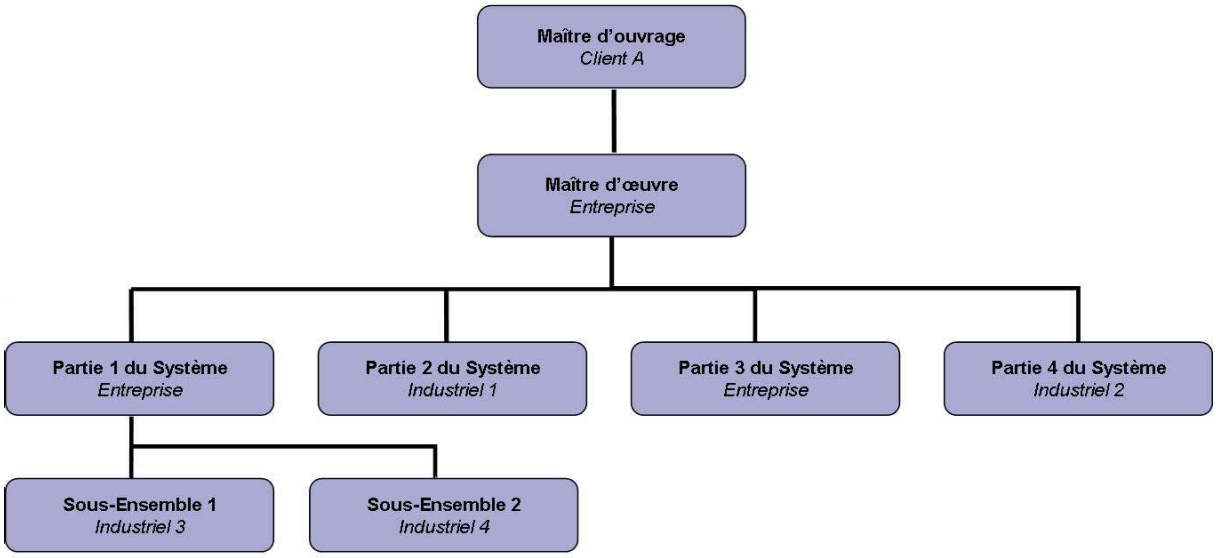
GRAPHIQUE 3



L'organisation industrielle actuelle des programmes de développement du Système

Dans le second cas, l'organisation industrielle pour la production du Système s'articule désormais autour de cette nouvelle maîtrise d'œuvre (voir *Graphique 4*). L'Entreprise devient le responsable unique de la phase de production et donc de la fourniture au Client A d'un Système complet, intégré et testé (Entreprise, 2006). Pour cela, elle produit et intègre les différentes parties du Système dans ses établissements grâce à son Centre de Compétences sur lequel s'appuie le Programme de production qui est chargé de la gestion du projet. Ce dernier gère également l'ensemble des autres contrats nécessaires à la réalisation du Système et a donc la responsabilité de l'ensemble des autres industriels impliqués (Entreprise, 2006). Le rôle de l'Entreprise a donc été renforcé depuis 2000 et, dans cette perspective, celle-ci a notamment pris la responsabilité de la gestion des modifications du Système (Entreprise, 2007a).

GRAPHIQUE 4



L'organisation industrielle actuelle des programmes de production du Système

Dans cette nouvelle organisation, il apparaît également important de préciser que, jusqu'à maintenant, les relations clients-fournisseurs entre l'Entreprise et le Client A sont particulières puisqu'elles s'apparentent à un monopole bilatéral. Cette situation est liée aux caractéristiques spécifiques du secteur spatial ainsi qu'aux éléments historiques du développement et de la production du Système. L'Entreprise n'a en effet qu'un seul client pour le Système qu'il produit : le Client A. De son côté, le Client A ne dispose que d'un unique fournisseur de produits permettant de délivrer les services qu'il vend à ses propres clients : l'Entreprise[11]. Les relations clients-fournisseurs dans cette organisation industrielle sont donc bien loin de ce que l'on peut trouver dans une production plus classique.

Les premiers contrats de production du Système appliqués avant 2000 se référaient, comme pour les versions antérieures du Système, à l'organisation industrielle historique. En ce qui concerne les contrats signés depuis entre l'Entreprise et le Client A, ceux-ci ont été et sont aujourd'hui mis en œuvre selon la nouvelle organisation industrielle. Alors que la description

[11] Il faut cependant préciser que depuis 2010 le Client A dispose d'autres sous-traitants, même si ceux-ci participent plus à l'élargissement de la gamme des produits que d'une mise en concurrence pure avec le Système. En effet, ces sous-traitants fournissent des systèmes permettant au Client A de vendre de nouveaux services à ses clients puisque ces produits ne répondent pas tout à fait aux mêmes besoins que ceux liés au Système.

des caractéristiques de l'organisation industrielle qui vient d'être effectuée est nécessaire à la compréhension du contexte de la recherche, il en est de même pour le produit autour duquel se sont construites ces organisations. C'est pourquoi, le produit qui fait l'objet de cette étude (le Système) et son évolution de la phase de développement à la production actuelle vont maintenant être présentés.

2.3. Présentation du Système : un produit en constante évolution

Le Système est un produit complexe du secteur aérospatial. Les différentes parties qui le constituent sont aujourd'hui produites et intégrées sur les différents sites de l'Entreprise et des sous-traitants qui fournissent la majorité des sous-ensembles du Système (Entreprise, 2006; Client A, 2007). Il est actuellement l'une des références sur ce secteur en Europe et dans le monde, que ce soit par rapport à son niveau de commercialisation (leader sur le marché) ou à sa qualité (le système le plus fiable du marché) ou à son niveau d'utilisation (Clerc, 2006; Ghélardi, 2007). Une autre de ses caractéristiques majeures est qu'il a largement évolué entre la phase de développement initiale et sa production actuelle.

En effet, le long processus de développement a tout d'abord permis la qualification de la conception initiale du Système, avec en parallèle l'élaboration du processus de production et la mise en place de l'organisation industrielle (Client C, 2005). Les premières variantes du Système, dites génériques, sont entrées en service au cours des années 1990 et ont été produites pendant plus d'une dizaine d'années (Client C, 2005; 2010b). Une nouvelle variante du Système a cependant été rapidement développée. Celle-ci, qui devait notamment permettre de s'adapter à l'évolution du marché en disposant d'améliorations techniques significatives, a progressivement remplacé les versions génériques du produit (Entreprise, 2006). Cette variante, qui sera nommée par la suite le Système-A, peut être considérée aujourd'hui comme la version standard du produit. En effet, la dernière utilisation d'une variante générique a eu lieu au début des années 2000 et seule une autre version spécifique du produit, destinée à un usage particulier et épisodique, subsiste en parallèle du Système-A (Entreprise, 2006; Client C, 2010c).

Cependant, malgré la définition d'une version standard avec le Système-A, on ne peut pas parler de production en (petite) série. Compte-tenu des caractéristiques spécifiques de chaque

Système produit, on peut en effet considérer que chaque produit est unique et qu'il se rapproche d'un bien quasi-prototype (Hobday et al., 2000; Belleval, 2005a). D'une part, compte-tenu du fait que la conception et la réalisation de ce type de systèmes relèvent plus d'une forme technologiquement très poussée d'artisanat avec des séries produites limitées, que d'une production standardisée et uniformisée (Belleval, 2005b). Cette situation a par ailleurs pu être observée lors du suivi de l'intégration d'un sous-ensemble du Système avec une immersion qui a notamment permis de mettre en évidence le grand nombre de tâches spécifiques non routinières effectuées par les opérateurs durant le processus de production (Ghélardi, 2009a). D'autre part, de nombreuses modifications sont appliquées à la définition du produit sur chaque nouveau Système. Dans cette situation, on peut considérer qu'il n'y a pas deux produits identiques et que chaque Système est donc unique, ce qui le rapproche d'un bien quasi-prototype (Responsable Programme 2, 2009a).

La question de la gestion de ces modifications a ainsi été identifiée comme une opportunité de recherche, et ce dès le début du processus, avec l'idée d'appréhender le développement des propriétés émergentes du Système lors de sa production (Belleval, 2008). C'est ensuite au cours des premières démarches de recherche que cette activité particulière a été choisie comme sujet de recherche, compte-tenu notamment du contexte spécifique de la gestion des modifications dans l'Entreprise et de l'environnement global de l'organisation à l'heure actuelle (voir *Introduction* et *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Le sujet de recherche que constituent les modifications et leur gestion dans le Programme de production du Système va donc maintenant être présenté.

3. LE SUJET DE LA RECHERCHE : LES MODIFICATIONS ET LEUR GESTION DANS LA PRODUCTION DU SYSTEME.

Le sujet de la recherche choisi concerne donc l'activité de gestion des modifications dans la production du Système. Pour présenter cette activité, les notions de « modification » (l'objet qui permet l'application d'un changement) et de « gestion de configuration » (le processus par lequel ce changement est mis en œuvre) seront tout d'abord définies dans le contexte de la production du Système. Puis les processus organisationnels qui ont été mis en place pour la mise en œuvre de ces modifications seront décrits plus précisément. Les acteurs impliqués dans cette activité au sein de l'Entreprise (l'ingénierie, l'équipe contrôle, les responsables du Programme et l'équipe d'intégration) et à l'extérieur (les clients et les sous-traitants) seront ensuite plus longuement présentés.

3.1. Les modifications dans la production du Système

3.1.1. Définitions

Une modification est définie dans la production du Système et au sein de l'Entreprise comme un changement sur la définition du produit et par conséquent sur la documentation qui lui est associée (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2008b). Concrètement, les modifications se traduisent par une ou plusieurs évolutions sur un composant, un équipement, un sous-étage ou le système global, ainsi que sur les documents correspondants. Ces évolutions sont mises en œuvre par rapport à une référence qui est la définition initiale de la configuration du produit. Celle-ci se matérialise par une documentation dense qui définit l'architecture du produit, c'est-à-dire l'identification précise des éléments le composant, leur agencement et les exigences liées à cet agencement (Client A & Client C, 2000). A l'origine, la configuration initiale du Système a été établie lors de sa phase de développement et validée au moment de sa qualification (c'est-à-dire au cours des années 1990). Cependant, elle a depuis largement évolué avec la mise en œuvre de nombreuses modifications (voir *Partie 1 – 3.1.2. Le contexte de la mise en œuvre des modifications sur le Système*).

Au moment de la fin de la phase de développement et de la qualification du produit, l'ensemble des composants, des équipements, des sous-systèmes et du système global, de

même que leur ordonnancement et leurs interfaces, devraient être *a priori* stabilisés autour de cette configuration. Cependant, la longueur des cycles de production et les caractéristiques d'un produit complexe comme le Système expliquent notamment que des modifications sur la configuration puissent être proposées et décidées alors même que la production a commencé (Reidelbach, 1991; Client A & Client C, 2000). Cela peut par exemple être le cas d'un composant électronique faisant partie du référentiel initial, qui peut se révéler obsolète au bout d'un certain laps de temps et qui doit donc être remplacé. Ce cas de figure se présente nécessairement dans le cas d'un cycle de production de plusieurs décennies, sachant que certains composants électroniques ont une durée de vie limitée à quelques années (Ingénieur 1, 2009). Le changement de composant doit alors être autorisé et tracé par la mise en œuvre d'une modification (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). D'autres cas de figures peuvent également entraîner la mise en œuvre de modifications (Client A & Client C, 2000) :

- l'amélioration de la performance du produit, de sa qualité ou de sa fiabilité ;
- la réduction de son coût ou de son délai de production ;
- l'adaptation du produit aux contraintes imposées par le marché ou les clients ;
- le traitement d'anomalies ou d'incidents constatés.

Alors que différentes raisons expliquent l'application de modifications sur la configuration du Système et afin de comprendre comment l'Entreprise gère cette activité, il est nécessaire de décrire le contexte organisationnel dans lequel s'inscrit la mise en œuvre de ces évolutions.

3.1.2. Le contexte de la mise en œuvre des modifications sur le Système

Historiquement, un nombre important de modifications a été mis en œuvre dans la production des versions successives du Système (Responsable Programme 1, 2011b). Dans la version précédente du Système par exemple, plusieurs centaines de modifications étaient appliquées par an (Responsable Programme 1, 2009). Cette situation s'est ensuite poursuivie avec la version actuelle.

Au début de la phase de production du Système, ce sont surtout des modifications liées à l'application de compléments de développement qui ont été mises en œuvre suite aux premiers retours d'expérience (Responsable Programme 4, 2009). Mais aujourd'hui, après plus d'une dizaine d'années d'exploitation et bien que ces questions de fin de développement aient été en grande partie résolues, le nombre de ces modifications est toujours de plusieurs centaines par an, alors même que le niveau de production de la version actuelle du Système est moins élevé que celui de la précédente (Entreprise, 2008c; Responsable Programme 4, 2009). De plus, si le Système a dépassé la moitié de son cycle d'exploitation (pour l'instant celui-ci est envisagé jusqu'à l'horizon 2020), une réduction significative du nombre de ces modifications n'est pas envisagée dans les prochaines années (Entreprise, 2010a). De nombreux facteurs justifiant le maintien d'un niveau élevé de modifications ont ainsi été identifiés : la gestion d'un nombre d'obsolescences[12] de plus en plus important, les adaptations potentielles du Système à de nouveaux types de mission (nouvelle versions spécifiques, adaptations de versions actuelles, …) ou encore la mise en œuvre d'une version transitoire du Système dans l'attente du développement de la nouvelle génération attendue à partir de 2030 (Entreprise, 2010a; 2010b).

Alors que de nombreuses modifications continuent d'être mises en œuvre, le rôle de l'Entreprise aujourd'hui, en tant que maître d'œuvre industriel, est de fournir un produit respectant les critères validés par la qualification et de livrer à son client l'ensemble de la documentation qui atteste des caractéristiques du Système et de la manière dont il a été produit (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). Pour répondre à ces exigences, il est donc nécessaire de tracer et de prendre en compte l'ensemble des implications liées à la mise en œuvre des modifications. Dans cette perspective, l'Entreprise dispose d'un processus de gestion des modifications pour la production du Système : la « gestion de configuration ».

3.2. La gestion de configuration dans la production du Système

3.2.1. Définitions

[12] Les obsolescences correspondent à l'entrée en désuétude de composants, de moyens ou encore de fournisseurs (réorganisations ou faillites). Cette situation est inhérente aux produits complexes ayant des cycles de vie longs comme c'est le cas du Système, puisque ces éléments peuvent avoir une durée de vie inférieure à celle du système dans son ensemble (Hobday et al., 2000).

Initialement, une configuration de référence du Système a été établie et qualifiée lors de la phase de développement. Celle-ci a cependant largement évolué avec la mise en œuvre de nombreuses modifications (Client C, 2010b). Le fait de faire évolution une situation initiale se caractérise à la fois par l'objet qui porte le changement, ici la « modification », mais également par les processus qui gèrent et contrôlent l'action qui vise à « modifier ». En effet, alors que l'objet « modification » porte en lui les éléments de l'évolution, le processus « modifier » est tout aussi important puisque c'est à travers lui que se met en œuvre le changement. De ce fait, les entités de l'organisation industrielle du Système ont dû mettre en place des processus de création, d'examen, d'autorisation, d'instruction et d'application des modifications. C'est l'ensemble de ces processus, permettant de gérer la définition du produit, et en particulier de maîtriser l'évolution de sa définition et l'impact de ce changement sur la production, qui correspond à la gestion de configuration (Client A & Client C, 2000).

Dans le cas de la production du Système, la gestion de configuration a été définie initialement comme la gestion de sa description technique et des produits le constituant, ainsi que des modifications apportées à cette description (Client A & Client C, 2000). A la suite de son passage à la responsabilité de maître d'œuvre, l'Entreprise a largement repris cette définition en caractérisant la gestion de configuration comme la gestion de la définition du Système et de ses composants, à travers leur description technique et les changements appliqués à cette définition et à cette description (Entreprise, 2008b). A partir de ces définitions, trois exigences majeures qui s'imposent à la gestion de configuration peuvent être identifiées (Client A & Client C, 2000) :

- la définition des produits (système, sous-systèmes, équipements, …) sur lesquels s'exercera la gestion de la configuration et l'identification de leur configuration au moyen de toute documentation technique appropriée ;
- le contrôle de l'évolution de la configuration qui repose sur l'existence et la validation d'une configuration de référence et le contrôle des modifications à cette référence ;
- le contrôle de l'écart de la configuration qui permet de connaître à tout moment l'état réel de la configuration des produits réalisés par rapport à leur définition.

La notion de « gestion des modifications » est donc l'une des composantes de la « gestion de configuration » dans le développement et la production du Système. Cependant, par souci de

clarté, ces deux concepts seront utilisés de manière synonyme tout au long de cette étude, en réduisant la gestion de configuration aux seules activités liées à la gestion des modifications.

3.2.2. Objectifs de la gestion de configuration dans la production du Système

Tout élément utilisé sur le Système, c'est-à-dire l'ensemble des équipements produits en interne ou par des sous-traitants, doit être géré en configuration (Responsable Programme 1, 2011b; 2011a). De ce fait, la gestion de configuration est aujourd'hui au cœur du Programme et elle constitue une des caractéristiques clés du fonctionnement du produit et de l'Entreprise (Responsable Programme 4, 2009). L'objectif général des activités de gestion de configuration est d'avoir une évolution du produit qui soit maîtrisée techniquement et économiquement, flexible et réactive (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2008b). Pour cela, la gestion de configuration a deux vocations principales : le soutien de la mise à jour documentaire avec l'intégration des modifications et, au niveau matériel, le suivi et la remontée de la configuration réalisée, c'est-à-dire les caractéristiques techniques du produit qui a été intégré (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). Dans cette perspective, il s'agit donc de maîtriser les différences entre la configuration attendue, décrite dans les différents documents de définition, et celle effectivement réalisée lors de la production, avec la justification et l'acceptation de ces écarts (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). En fin de compte, la gestion de configuration doit ainsi permettre d'obtenir un produit ayant une véritable carte d'identité définie dans son dossier et correspondant aux caractéristiques du Système effectivement produit.

De manière générale, la gestion de configuration doit ainsi permettre de montrer que d'une part l'organisation maîtrise une définition qui évolue et que, d'autre part, elle gère au mieux la mise en œuvre des modifications (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a; Responsable Programme 2, 2009a). Au-delà de l'idée de la gestion du changement, ce processus est un outil essentiel à la maîtrise du produit puisqu'il assure le suivi mais aussi le pilotage de ces modifications (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a; Responsable Programme 1, 2011b). En effet, avec la définition de normes et leur respect dans la gestion quotidienne des modifications, les acteurs du Programme de production disposent *a priori* d'un outil de contrôle technique et économique des modifications (Entreprise, 2008b).

3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise

La gestion de la configuration du Système se réalise à travers un certain nombre de processus qui ont été définis dès la phase de développement et qui ont peu évolué depuis (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2008b; 2011b). A partir de la documentation de référence et des observations du terrain, le processus de gestion des modifications va être présenté ici.

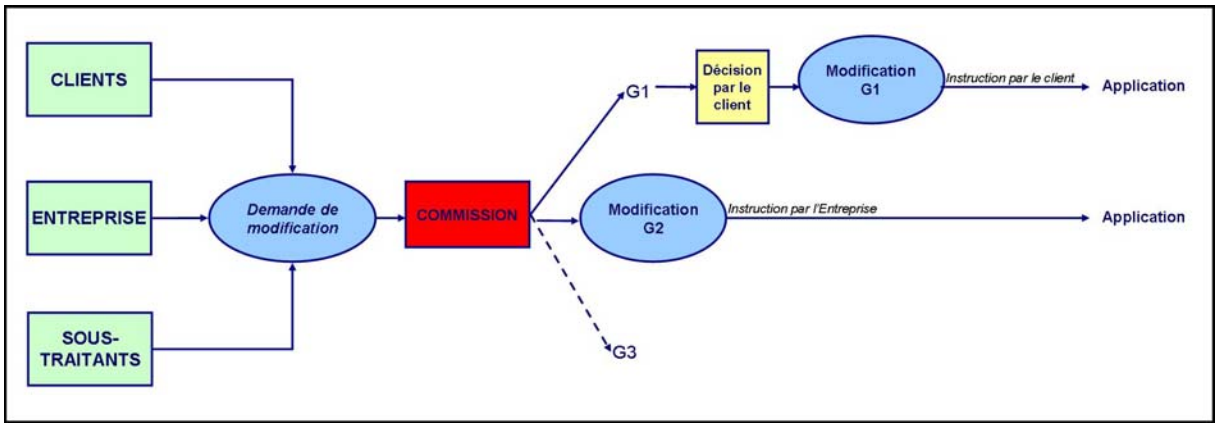
3.3.1. Le processus global

La gestion de configuration se traduit concrètement par des processus dont le respect de chaque étape est nécessaire à la mise en œuvre de la modification, que ce soit pour les documents rédigés, les commissions tenues ou encore les acteurs impliqués. Ces processus permettent avant tout de s'assurer de la traçabilité des modifications, mais également d'avoir un filtre des évolutions proposées de manière à éviter l'application de modifications non nécessaires (Entreprise, 2008b; Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a).

Le processus global de la gestion de configuration appliqué à la production du Système au niveau de la maîtrise d'œuvre du Programme est illustré dans le *Graphique 5*. Il est un héritage de celui mis en place dans l'organisation historique de la production du Système et géré sous la maîtrise d'œuvre du Client C (Responsable Programme 1, 2011b). En effet, le passage de l'Entreprise au rang de maître d'œuvre en 2000 n'a eu pour seule incidence que l'ajout d'une entité supplémentaire dans ce processus : la Commission qui est chargée d'apporter la position de l'Entreprise sur les modifications proposées (Client A & Client C, 2000; Responsable Programme 1, 2011b; 2011a). On peut également noter que le processus utilisé au début de la phase de production sous la responsabilité du Client C est également similaire à celui ayant prévalu lors de la phase de développement du Système (Client A & Client C, 2000). Ainsi, le processus actuel de gestion des modifications est donc largement lié à celui prévalant en début de production, lui-même étant issu de la période de développement du Système. Cette caractéristique sera d'ailleurs un des éléments clés de la discussion ultérieure (voir *Partie 5 – Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé*).

GRAPHIQUE 5

(Entreprise, 2007a; 2007c)



Processus simplifié de la gestion de configuration du Système (niveau maîtrise d'œuvre)

Il convient de préciser qu'au-delà de ce processus de gestion des modifications au niveau de la maîtrise d'œuvre, des processus similaires sont présents à un niveau inférieur de l'organisation industrielle. D'une part à l'échelon du Centre de Compétences pour les équipements produits en interne. D'autre part à celui des sous-traitants pour ceux produits à l'extérieur de l'Entreprise. En effet, si le Programme de production de l'Entreprise gère la gestion de configuration au niveau de la maîtrise d'œuvre (un rôle qui était dévolu au Client C jusqu'en 2000), il existe un principe de subsidiarité dans l'organisation industrielle qui fait que chaque entité est responsable de sa propre gestion de configuration à son niveau de responsabilité (Responsable Programme 1, 2011b; 2011a). Les acteurs du Programme de production ne gèrent donc que « la partie visible de l'iceberg de la gestion des modifications », c'est-à-dire celle correspondant à sa responsabilité du maître d'œuvre (Responsable Programme 1, 2011a).

Après avoir évoqué le processus global de la gestion de configuration, une description précise des différentes étapes de la gestion des modifications va être développée. Celle-ci résulte de l'étude de la documentation interne de l'Entreprise et de la participation aux différentes commissions impliquées dans la gestion des modifications sur la production du Système (voir *Partie 2 – 3. Le cheminement et les méthodes de la recherche*).

3.3.2. Le processus étape par étape

3.3.2.1.La rédaction de la demande de modification

La première étape du processus de gestion de configuration consiste en la rédaction de la demande de modification (Entreprise, 2007a). Cette demande peut être effectuée par toute personne impliquée dans le processus de production et doit notamment comporter les éléments suivants (Entreprise, 2008b; 2011b) :

- la justification technique et économique de la demande ;
- la description du problème rencontré et de la solution technique proposée ;
- le relevé des conséquences économiques à travers une fiche de coûts ;
- la liste des impacts identifiés (système, étage, équipement) ;
- le planning d'instruction ;
- le rang d'application (c'est-à-dire le numéro du Système sur lequel sera appliquée la modification pour la première fois) ;
- la proposition de classification de la modification selon son impact (groupe 1/2/3[13]).

Parmi ces éléments, la mise en évidence de l'intérêt à appliquer la demande de modification (sa justification) est clé. Les modifications étant des prises de risques pour la société, les justifications à l'origine de la demande doivent donc être clairement définies (Responsable Programme 4, 2009). Les conséquences d'une modification mal préparée, ou mal appliquée, peuvent en effet s'avérer néfastes pour le Système et pour l'Entreprise (Ingénieur 4, 2009a). C'est donc le porteur de la demande en interne qui doit en premier lieu évaluer l'intérêt de la modification et développer sa justification (notamment par rapport au maintien de la situation en l'état) (Entreprise, 2008b; 2011b; Ingénieur 4, 2009a). Au-delà de ces justifications, l'établissement de l'ensemble des éléments mentionnés ci-dessus permet de constituer le dossier de demande de modification. Même si celui-ci ne contient pas toujours la totalité des données demandées dans la documentation de référence (voir *Partie 4 – 4.2. L'amélioration de l'information disponible*), il peut ensuite être mis à l'agenda et présenté devant l'organisme

[13] Toutes les modifications ayant un impact sur les performances, les fonctions et les caractéristiques clés du Système sont des modifications de groupe 1. Celles ayant un impact mineur sur un étage ou un équipement sans modifier les périmètres ci-dessus sont des modifications de groupe 2. Les modifications de groupe 3 sont celles ayant des impacts mineurs sur un équipement ou un étage et qui sont transparentes sur la définition de l'étage et du Système. Elles sont gérées directement par le Centre de Compétences ou le sous-traitant et ne remontent donc pas au niveau du Programme et de la Commission (Entreprise, 2007c).

interne de l'Entreprise qui doit examiner la demande : la Commission. C'est cet organisme qui a la responsabilité d'examiner la proposition effectuée et d'autoriser ou non l'application de cette évolution.

3.3.2.2.L'examen de la demande de modification en Commission

Toutes les semaines se tient durant une demi-journée une séance de la Commission (Entreprise, 2007c). Celle-ci permet l'examen d'environ quinze à vingt demandes de modifications (Ghélardi, 2009b). La durée d'attente entre la rédaction de la demande et le passage en Commission varie largement et dépend pour beaucoup du caractère urgent ou non de la demande (Gestionnaire de Configuration 1, 2009). De fait, une demande de modification peut être présentée en Commission à la session suivant sa création, voire lors d'une séance extraordinaire, ou des semaines voire parfois des mois après (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). Il est donc difficile d'évaluer une moyenne de temps pour cette première phase.

Lorsque la demande est présentée lors d'une séance, les acteurs présents en Commission sont chargés de l'examen, de l'évaluation et de l'autorisation ou non de la proposition (Entreprise, 2007a; 2007c; 2008b). Les acteurs devant être représentés en Commission, même s'ils ne sont pas tous systématiquement présents lors des séances, sont les gestionnaires de la configuration (ingénieurs), les représentants du Programme (responsables, ingénieurs, contrôleurs, commerciaux), les auteurs de la demande de modification et, si nécessaire, des équipes d'expertise (Entreprise, 2007c)[14]. Dans leur ensemble, les acteurs de la Commission sont chargés de vérifier l'intérêt technique et/ou économique de l'organisation à autoriser la modification, d'évaluer l'ensemble des impacts possibles au niveau du Système[15] et d'organiser la mise en œuvre de l'évolution dans le flux de production (Entreprise, 2007a). Cette phase d'examen est nécessaire car elle permet d'aborder les demandes de modifications sous tous les angles (Responsable Programme 4, 2009). Mais surtout, c'est en prenant en compte l'ensemble de ces éléments que les membres de la Commission pourront prendre une décision sur la modification proposée.

[14] Le rôle spécifique des différents acteurs sera décrit plus précisément par la suite (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système*).
[15] Pour cela des avis complémentaires peuvent être sollicités auprès de responsables de manière à évaluer les conséquences éventuelles de la modification proposée par rapport à leur périmètre d'activité.

3.3.2.3.La prise de décision en Commission

A partir des données fournies dans le dossier et examinées en Commission, les acteurs de cet organisme peuvent ensuite décider d'autoriser à instruire la demande de modification, de l'ajourner ou de la refuser (Entreprise, 2007c; Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). En parallèle de cette décision, les acteurs de la Commission doivent aussi confirmer ou infirmer la classification de la modification selon son niveau d'impact technique[16] (Entreprise, 2007c). Ce choix a une incidence importante sur la suite du processus et, à partir de cette étape, il faut distinguer deux cas de figure selon la classification de la demande de modification.

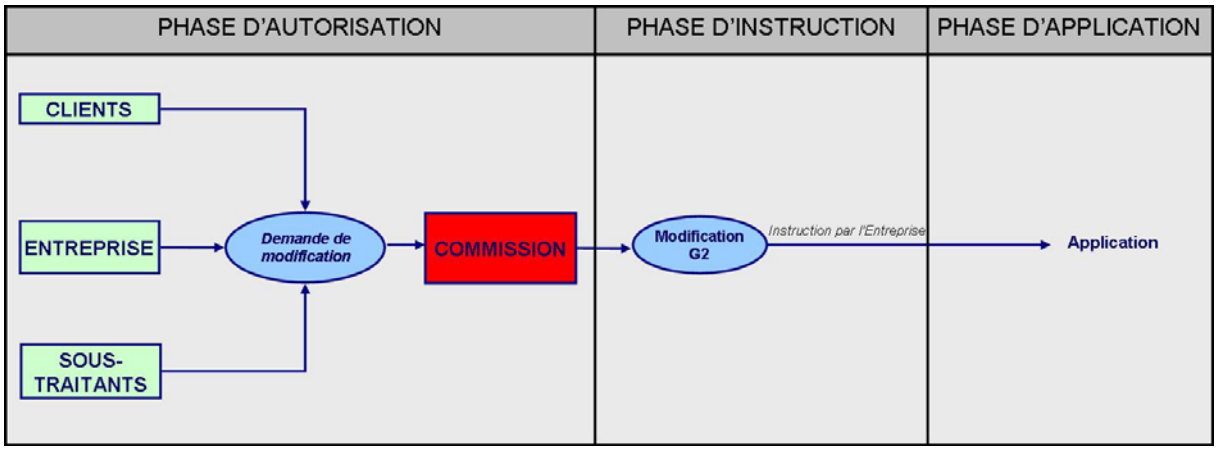
Pour le cas des modifications du groupe 2, c'est-à-dire celles n'ayant pas d'impacts sur les fonctions clés du Système, l'Entreprise prend une décision en Commission et doit simplement en informer ses clients (Entreprise, 2007a; 2007c) (voir *Graphique 6*)[17]. La prise de décision de la Commission nécessite en moyenne une ou deux sessions (dans le cas de plusieurs passages, ceux-ci peuvent être plus ou moins éloignés dans le temps) (Ghélardi, 2009b). Une fois la décision prise, celle-ci est reportée sur le document de demande de modification et est ensuite signée par les acteurs suivants : l'émetteur de la demande, le président de la Commission (un des responsables du Programme de production) et son secrétaire en séance (Entreprise, 2008b; 2011b).

[16] Elle valide donc ou non la proposition de classification en groupe 1 ou groupe 2. Elle peut également déclasser la demande en groupe 3, c'est-à-dire que l'évolution est considérée comme étant du ressort direct du Centre de Compétences ou du sous-traitant concerné, sans qu'il n'y ait besoin d'une validation du Programme (voir *Graphique 5*).

[17] Il convient cependant de préciser que les clients disposent d'un délai d'un mois pour demander, si nécessaire et avec arguments à l'appui, le reclassement de la modification en groupe 1. Pendant ce délai d'un mois, l'Entreprise ne peut commencer l'instruction et doit attendre l'avis des clients. L'absence de réponse valant consentement, l'instruction de la modification peut débuter une fois ce délai passé.

GRAPHIQUE 6

(Entreprise, 2007a; 2007c)

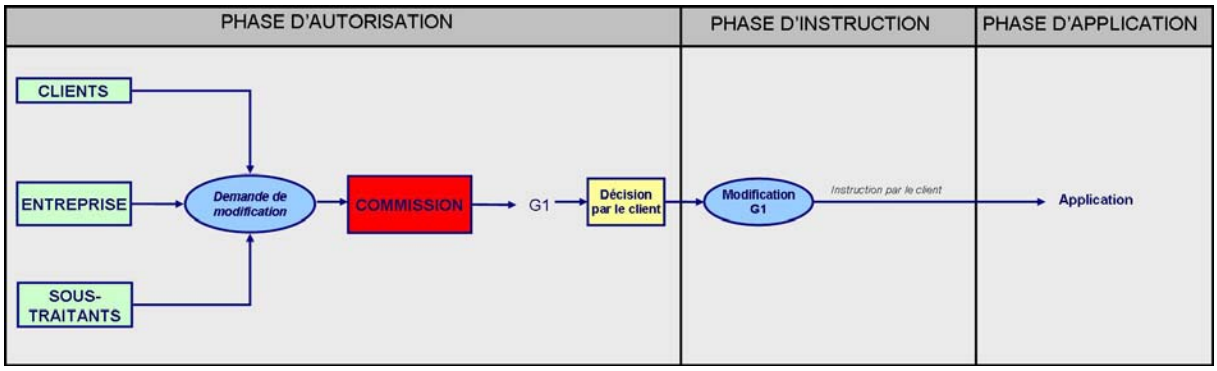


Le processus de gestion des modifications de groupe 2

Dans le cas des modifications du groupe 1, l'instruction et l'application de la demande de modification nécessitent au préalable l'autorisation des clients. C'est pourquoi, quand une décision est prise en Commission, le dossier leur est ensuite transmis (Entreprise, 2007a; 2007c). Ces derniers doivent prendre la décision définitive, suivant ou non la position de l'Entreprise définir lors de la Commission (Entreprise, 2007a; 2007c) (voir *Graphique 7*). Cette validation (ou invalidation) des clients est généralement effectuée quelques semaines après la décision de la Commission, ou plus tard si des problèmes techniques ou économiques importants apparaissent (prises de positions techniques divergentes, négociations sur le financement de la modification, …) (Ghélardi, 2009b). S'il y a un accord sur l'autorisation de la proposition de modification entre les parties, cela entraîne par la suite la signature du document d'autorisation de la demande par les acteurs suivants : l'auteur de la demande, l'Entreprise (le président de la Commission ou son représentant) et les clients (le Client A pour les modifications de production, le Client B et/ou le Client C pour celles de développement) (Client B, 2005a; Client A, 2007; Entreprise, 2007b; 2008b; 2011b; Client C, 2010a).

GRAPHIQUE 7

(Entreprise, 2007a; 2007c)



Le processus de gestion de configuration des modifications de groupe 1

Que ce soit pour les modifications de groupe 1 ou de groupe 2, cette étape du processus est clé pour l'Entreprise. C'est à ce moment-là qu'est décidée ou non l'intégration de l'évolution proposée dans la définition du Système, d'où l'importance du rôle joué par la Commission dans la maîtrise du flux entrant et le filtrage des évolutions proposées (Entreprise, 2008b). En effet, cette étape achève la phase d'autorisation et c'est à partir de là que débute, si la demande a été autorisée, les phases d'instruction et d'application de la modification.

3.3.2.4.L'instruction et l'application de la modification

Si la décision prise est l'autorisation de la proposition d'évolution, l'étape suivante consiste en la rédaction de toutes les instructions nécessaires pour mettre en œuvre la modification (Entreprise, 2007a). Ainsi, pour chaque étage ou équipement impacté, une instruction est nécessaire (Entreprise, 2008b; 2011b). Cette phase d'instruction peut durer entre quelques semaines et plusieurs années, selon le niveau des impacts et le rang d'application décidé (Ghélardi, 2009b). Une fois l'ensemble de ces instructions rédigées et approuvées par les acteurs compétents, le dossier d'instruction de la modification est validé et une directive d'application de la modification est émise (Entreprise, 2007a). L'évolution est alors applicable au rang d'application défini et elle peut alors être concrètement mise en œuvre sur le produit et/ou sa documentation (Entreprise, 2007a; 2008b; 2011b). La modification intègre de ce fait le référentiel initial qui se trouve ainsi changé (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a).

Les phases d'instruction et d'application sont les mêmes que ce soit pour les modifications de groupe 2 ou celles de groupe 1 (Entreprise, 2007a). Il faut cependant noter que, compte-tenu des impacts généralement plus importants des évolutions de groupe 1, les acteurs impliqués dans ce type de modifications sont régulièrement plus nombreux (par exemple avec le rôle tenu par les clients) et les interactions pour l'instruction et l'application plus complexes (Responsable Programme 1, 2009). Cela rend ces dossiers plus difficiles à clôturer et, par conséquent, ces phases sont généralement plus longues dans le temps pour les modifications de groupe 1 (Entreprise, 2008c). Par ailleurs, si le nombre élevé de modifications (voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications*), et notamment celles en cours d'instruction et d'application, ne signifie pas nécessairement la présence de difficultés techniques importantes à régler, cette situation a tendance à allonger substantiellement le temps de traitement des modifications jusqu'à la phase de clôture et ce même pour les problèmes mineurs (Entreprise, 2008d; 2008e; 2008f). Au total, et selon les circonstances à chaque étape, le processus de gestion de configuration aboutissant à l'application d'une modification peut donc durer entre plusieurs semaines et plusieurs années :

> « Le cycle nominal reste important : environ un mois entre chaque commission ce qui fait qu'il faut entre quatre et cinq mois au minimum pour traiter la modification. Cela peut être beaucoup plus en cas de problème technique ou économique. » (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a).

Après avoir décrit précisément les processus par lesquels l'Entreprise gérait les modifications dans la production du Système, il convient de présenter les principaux acteurs qui y sont impliqués.

3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système

Les groupes d'acteurs qui seront présentés ici sont rassemblés selon leurs fonctions au sein de l'Entreprise (Entreprise, 2007a; 2008b). Si les individus au sein de ces différentes fonctions peuvent appréhender la gestion de configuration de manière variée (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*), seul le rôle

fonctionnel de ces groupes d'acteurs, tel qu'il leur est assigné dans la documentation référence (Entreprise, 2007a; 2007c; 2008b; 2011b), est décrit ici. Au niveau de l'Entreprise, il s'agit de l'ingénierie, de l'équipe contrôle, des responsables du Programme et de l'équipe d'intégration, auxquels il faut rajouter les acteurs externes que sont les sous-traitants et les clients (Entreprise, 2008b; 2011b).

3.4.1. L'ingénierie

Les ingénieurs, qui représentent plusieurs dizaines de personnes dans l'organisation, composent une équipe qui est impliquée dans le processus de gestion des modifications de manière directe (émetteurs de demandes d'évolution, gestionnaires de la configuration, responsables de sous-systèmes ou encore du maintien de la cohérence technique d'ensemble) ou indirecte (responsables d'activités ou experts) (Ghélardi, 2009b). Ils ne viennent pas tous du même secteur (Programme, Centre de Compétences), n'ont pas forcément le même domaine d'expertise (électrique, mécanique, pyrotechnique) et n'exercent pas les mêmes responsabilités (certains sont liés à un sous-ensemble/étage du Système, d'autres à un sous-traitant spécifique et d'autres encore composent les bureaux d'études liés à l'intégration du Système ou sont responsables de tâches spécifiques) (Entreprise, 2008b; 2011b; Ghélardi, 2009b).

De manière générale, le rôle des ingénieurs est celui de spécialistes qui contrôlent le produit de haute technologie en s'assurant qu'ils comprennent complètement son comportement avant de le transférer à d'autres équipes du projet (Nightingale, 2000). Dans le cas de la gestion de configuration du Programme de production du Système, ce rôle consiste tout d'abord à s'assurer du maintien de la qualité et de la maîtrise technique du Système en appréhendant l'ensemble des impacts possibles de la mise en œuvre d'une modification (Entreprise, 2008b; 2011b). En d'autres termes, il s'agit avant tout pour les équipes d'ingénieurs d'assurer la continuité de la qualité du Système en vérifiant que ses caractéristiques techniques et ses fonctions sont maintenues, c'est-à-dire qu'il y a bien une interchangeabilité technique du Système avant et après l'application de la modification (Entreprise, 2007c). De plus, alors que la mise en œuvre d'une modification peut être considérée comme une prise de risque pour l'Entreprise (Responsable Programme 4, 2009), les ingénieurs doivent également vérifier et évaluer l'intérêt technique à instruire la demande de modification de manière à éviter

l'application de changements non nécessaires (Entreprise, 2007c; 2008b; Ingénieur 4, 2009a). Enfin, les équipes d'ingénieurs peuvent également se trouver dans la position de demandeurs de modifications. En effet, alors que le processus de gestion des modifications est un moyen de faire évoluer le Système en apportant des changements sur sa configuration, il représente une opportunité pour les ingénieurs d'améliorer le produit ou les processus existants (Entreprise, 2008b). Les ingénieurs ont donc un rôle triple dans le processus de gestion des modifications du Système (le maintien de la qualité et de l'interchangeabilité du Système, la vérification de l'intérêt à mettre en œuvre la demande de changement et l'amélioration du produit par l'évolution de sa configuration) et celui-ci se réalise principalement dans la préparation et lors des séances de la Commission (Entreprise, 2008b; 2011b).

3.4.2. L'équipe contrôle

L'équipe contrôle est composée majoritairement de personnes issues de la finance dont le rôle dans l'organisation est de s'assurer que l'activité de production est rentabilisée afin de maintenir la compétitivité du produit sur le marché (Entreprise, 2007b; Ghélardi, 2009b). Les acteurs de cette équipe jouent également un rôle dans le processus de gestion des modifications comme le définit la documentation interne (Entreprise, 2007a; 2007c). Ils doivent vérifier l'intérêt économique d'appliquer une demande de modification et appréhender ses impacts en termes de coûts (Entreprise, 2007a; Contrôleur 1, 2008). Dans ce sens, les modifications proposées par d'autres acteurs entrent donc dans leur périmètre puisque la gestion, le traitement et l'application des modifications peuvent représenter une charge de travail, et donc des conséquences en termes de coûts, significative pour le Programme de production (voir *Partie 4 – 3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification »*). De plus, s'ils ne sont généralement pas dans une position de demandeurs de modifications, un certain nombre de demandes de modifications sont proposées avec pour objectif une réduction des coûts (voir *Partie 4 – 1.4. Les justifications des demandes de modifications*). Cependant, pour les membres de l'équipe contrôle, ces demandes ne présentent pas systématiquement un niveau de retour sur investissement qui justifierait, par ce seul critère, la mise en œuvre de la modification (Contrôleur 1, 2009; Contrôleur 3, 2009). Par exemple, certains contrôleurs remettent en question l'autorisation de demandes permettant d'économiser seulement quelques centaines ou milliers d'euros pour des Systèmes dont le coût global se chiffre en dizaines de millions d'euros (Contrôleur 3, 2009). Ce positionnement

doit également être remis en perspective avec le fait que l'ensemble des conséquences économiques ne sont pas forcément identifiées dans la proposition de modification (voir *Partie 4 – 3.1 L'indicateur sur les coûts des modifications identifiés*) et que l'évolution entraîne le plus souvent des perturbations dans la production qui ne sont pas non plus nécessairement prises en compte dans l'évaluation des implications de la modification en termes de coûts (Entreprise, 2008d).

Les contrôleurs évoluent cependant sur un terrain difficile. D'une part, ils sont peu présents en Commission et ils n'ont par conséquent pas vraiment de visibilité sur les activités autour de la gestion des modifications (Contrôleur 1, 2008; Contrôleur 4, 2010b). Cette absence d'implication est en partie de leur responsabilité même si, historiquement, les contrôleurs ont plutôt été marginalisés dans la gestion de ces instances (Contrôleur 4, 2010b). D'autre part, lors des sessions de la Commission, l'attention des autres acteurs est principalement focalisée sur les aspects techniques et sur le maintien de la qualité du Système plutôt que sur les aspects économiques (Entreprise, 2009a). Par exemple, lors de l'examen d'une demande de modification, les discussions se concentrent presque exclusivement sur la perspective technique de l'évolution proposée (problème rencontré, pertinence technique de la solution proposée, implications sur d'autres équipements, conséquences sur la qualité du produit, …), les questions économiques n'étant généralement que rapidement évoquées à la fin de l'examen (Ghélardi, 2009b). Il faut cependant déjà préciser que le maintien de la qualité du Système dans ce type de production, dont la prépondérance est mise en évidence par ce type de pratiques, ne répond pas seulement à un jugement d'ingénierie mais également à une logique économique. En effet, les conséquences économiques d'un défaut de qualité qui aboutirait à un défaut majeur lors de l'utilisation du Système (perte du produit mais aussi arrêt de la production pendant plusieurs mois) sont d'un niveau tel que la notion de qualité est clé même d'un point de vue strictement économique (Contrôleur 5, 2010).

Dans ce contexte, les membres de l'équipe contrôle ont donc aujourd'hui du mal à mettre en avant des enjeux purement économiques dans les activités de gestion de configuration. De plus, alors que l'organisation ne maîtrise pas le flux d'entrée des modifications et que cela entraîne des retards de traitement importants (et donc des conséquences en termes de coûts), peu de données précises et encore moins d'indicateurs économiques sont disponibles dans ce domaine (Contrôleur 1, 2008) (voir *Partie 4 – 1.1. La rareté des indicateurs disponibles et le*

rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration). Cette situation rend leur position, au regard de l'appréhension économique des modifications, d'autant plus difficile.

3.4.3. Les responsables du Programme

Les responsables du Programme sont les personnes les plus haut placées hiérarchiquement dans l'organisation du Programme. Il s'agit des responsables du développement, de la production, mais aussi des responsables techniques, financiers, de l'ingénierie et de la production du Système. Ils sont les autorités décisionnaires pour l'autorisation des modifications, assurent la présidence de la Commission et sont par conséquent chargés de vérifier les justifications de la demande d'évolution et les conditions de sa mise en œuvre (Entreprise, 2007a; 2007c). Leur rôle, assigné par l'organisation et décrit dans la documentation interne, est donc tout d'abord de vérifier que l'organisation a un intérêt technique et/ou économique à faire la modification (Entreprise, 2007c; 2008b; 2011b). Dans ce sens, l'examen de la demande de modification peut être considéré comme une analyse de risque (risque à faire ou à ne pas faire) et la décision prise comme un acte de management (Responsable Programme 1, 2011b). Pour cela, les responsables du Programme s'appuient sur l'avis des ingénieurs et des contrôleurs avant, si nécessaire, de procéder à un arbitrage pour décider d'autoriser à instruire ou non la demande de modification (Entreprise, 2008b; 2011b). De plus, ils doivent s'assurer que les processus en place permettent de tracer les modifications et leurs conséquences, afin de maintenir une certaine maîtrise du produit (Responsable Programme 2, 2009a). Dans cette perspective, les modifications peuvent être également vues comme des actes qualité qui assurent la traçabilité du produit (Responsable Programme 1, 2009).

Aujourd'hui, certains des responsables du Programme soulignent également la nécessité de mieux prendre en compte les coûts des modifications et de réduire le nombre de nouvelles évolutions compte-tenu de leur niveau important et d'un contexte économique de plus en plus contraignant (Responsable Programme 2, 2009a; 2009b; Responsable Qualité, 2009; 2010; Responsable Programme 5, 2010) (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). C'est dans ce but que des responsables du Programme ont mis en place le groupe de travail « *Modifications Killing* » dont l'objectif était de clore les

demandes déjà approuvées mais pas encore appliquées (Entreprise, 2008c). Si ce groupe a permis d'avoir une action pour clôturer de dossiers en-cours d'instruction, il n'a pas eu d'effet concret sur l'arrivée et l'autorisation de nouvelles demandes de modifications. Le niveau du flux entrant des demandes n'a en effet pas diminué depuis et il n'est toujours pas maîtrisé (Entreprise, 2010a; 2010c). De manière générale, la question de la maîtrise du flux entrant des modifications a été régulièrement remise en avant par une partie des responsables du Programme tout au long du déroulement de la recherche, que ce soit lors de réunions sur le sujet (Entreprise, 2009b; 2010a) ou encore à travers le développement d'un plan de transformation de la gestion de configuration (voir *Partie 4 – 4. Le plan de transformation développé dans l'Entreprise pour la gestion de configuration*). Cela sera par conséquent l'un des axes sur lesquels s'est développé la recherche-action (voir *Partie 4 – 2. La question du filtrage des propositions d'évolutions et la mise en évidence des « modifications strictement nécessaires »*).

3.4.4. L'équipe d'intégration

Le dernier acteur interne impliqué dans le processus de gestion de configuration est l'équipe d'intégration. L'activité d'intégration regroupe l'assemblage des différents équipements et étages, leur intégration dans les bâtiments conçus à cet effet et leur test avant leur envoi au client (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008). La qualité du produit est l'objectif premier des opérateurs, notamment par rapport à l'appréhension des anomalies, et ce même au regard des contraintes de planning (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008).

Par rapport aux modifications, le rôle de l'équipe d'intégration est tout d'abord d'évaluer les impacts techniques et économiques d'une modification et de fournir des données pertinentes sur ces deux aspects à la Commission (Entreprise, 2008b). Ensuite, si la modification concerne le Système en phase d'intégration, c'est à son niveau dans l'Entreprise que le changement se met en place et se réalise concrètement sur le produit à travers le travail des opérateurs dans les bâtiments d'intégration (Entreprise, 2007a; Ghélardi, 2009b). Ce sont donc les acteurs de l'équipe d'intégration qui appliquent concrètement la modification sur le produit et, même dans le cas de changements touchant principalement les sous-traitants, ils doivent gérer les impacts internes qu'entraînent ces évolutions (Entreprise, 2007a; 2007c). Enfin, si les acteurs de l'équipe d'intégration doivent appréhender et contrôler les

conséquences des évolutions, ils peuvent également en être à l'origine. Leur position vis-à-vis de la question des modifications est synthétisée dans ces déclarations des responsables de l'équipe d'intégration :

> « Nous voudrions une stabilité de la définition pour éviter les perturbations, car les modifications entraînent des conséquences sur le terrain pour les opérateurs qui doivent s'adapter et apprendre face à ces nouvelles situations. Mais, d'un autre côté, de façon à optimiser notre méthode de production et à faciliter le travail des opérateurs, nous sommes demandeurs de modifications qui rendront nos processus plus fluides. » (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008) ;

> « Nous ne sommes pas demandeurs de changements dans la définition [qui ont] des impacts pour l'intégration. […] Mais il y a des changements qui sont proposés par les opérateurs sur le terrain […], destinés à améliorer le processus de production […], [où nous] avons intérêt à voir appliquer ces évolutions. » (Chef d'Atelier, 2009).

En résumé, les acteurs de l'équipe d'intégration sont favorables aux modifications qu'ils proposent et dont ils voient la justification à leur niveau, mais ils aimeraient éviter celles que proposent les autres acteurs et dont la justification n'est pas évidente pour leurs activités sur l'intégration du Système.

3.4.5. Les sous-traitants

Au-delà des acteurs internes à l'Entreprise, les sous-traitants jouent un rôle important dans la production du Système (voir *Partie 1 – 2.3. Présentation du Système : un produit en constante évolution*). C'est également le cas dans la gestion des modifications où ils peuvent intervenir soit en amont, soit en aval de la prise de décision en Commission. Déjà, comme tout acteur du Programme de production, ils peuvent être à l'origine de demandes de modifications (Entreprise, 2008b; 2011b). Pour cela, ils doivent préparer le dossier de demande de modification et le transmettre à leur interface au niveau de l'Entreprise (le responsable du sous-traitant concerné) qui le présentera lors d'une séance de la Commission (Entreprise, 2007a; 2008b; 2011b). Qu'ils soient ou non demandeurs de la modification considérée, les

sous-traitants sont également chargés, en amont de la prise de décision, de fournir l'ensemble des informations nécessaires sur cette évolution et les conséquences potentielles qu'elle entraînerait (Entreprise, 2008b; 2011b). Par la suite, une fois la décision d'autorisation prise en Commission (modifications de groupe 2) ou par les clients (modifications de groupe 1), les sous-traitants doivent mettre en œuvre, dans leur champ d'application, l'ensemble des instructions nécessaires à l'application de la modification sur le produit et/ou sa documentation (Entreprise, 2007a; 2008b; 2011b).

3.4.6. Les clients

Les clients ont également un rôle important dans la gestion de configuration du Système. Déjà, le processus de gestion des modifications au niveau de la maîtrise d'œuvre, qui doit permettre d'assurer la traçabilité des modifications appliquées sur le Système, est orienté vers les clients de manière à montrer la maîtrise de l'Entreprise sur la configuration du produit (Client A & Client C, 2000; Responsable Programme 1, 2011b). De plus, les clients peuvent eux aussi proposer des modifications et suivent pour cela le même processus que les autres acteurs de l'organisation industrielle (constitution du dossier, présentation en Commission, autorisation, instruction et finalement application) (Entreprise, 2008b; 2011b). Mais les clients sont surtout impliqués dans le processus de décision d'autorisation de la modification. Si, en ce qui concerne les modifications de groupe 2 ils sont simplement informés de la décision de la Commission, pour celles de groupe 1 ce sont eux qui décident en dernier ressort de l'autorisation ou non de la demande d'évolution proposée (Entreprise, 2007a; 2008b; 2011b) (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). Dans cette perspective, il est également intéressant de noter que, pour les clients, l'intérêt technique et la qualité du produit sont souvent prépondérants par rapport à la question économique et que, par exemple, les modifications ayant pour seul objectif une réduction de coûts ne sont le plus souvent pas considérées (Entreprise, 2009a). En ce qui concerne le financement des modifications, l'Entreprise peut demander aux clients de prendre en charge les coûts de ces évolutions s'il considère que c'est de leur ressort (Entreprise, 2007a). Cela entraîne généralement des négociations entre les parties qui se déroulent en parallèle du processus de gestion de configuration (Ingénieur 4, 2009a; 2009b).

La présentation du sujet de recherche autour des modifications et de l'activité de gestion des modifications permet donc de décrire l'environnement organisationnel dans lequel s'est inscrite la démarche de recherche. C'est finalement à partir de ces éléments, conjugués au contexte actuel autour de la gestion des modifications dans l'organisation, que s'est construite la question de recherche.

4. L'EMERGENCE DE LA QUESTION DE RECHERCHE A PARTIR DES ELEMENTS DU TERRAIN

Si l'intérêt pour l'étude des modifications et de leur gestion s'est progressivement développé au fur et à mesure de la recherche (voir *Introduction*), de multiples perspectives s'ouvraient quant au choix de la problématique pouvant amener à la question de recherche (voir également *Partie 3 – 1.4. Le choix d'une étude de la production du Système dans une perspective de contrôle économique*). Aujourd'hui, la gestion des modifications représente en effet un défi tant du point de vue technique qu'économique pour l'Entreprise. Sur le plan technique, c'est le maintien de la qualité et de la maîtrise du produit qui focalise l'action des acteurs. Pour toute nouvelle modification demandée, les membres de la Commission doivent ainsi évaluer l'ensemble des impacts techniques potentiels sur le composant ou l'équipement concerné, mais aussi les éventuelles interactions à d'autres endroits du Système (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise* et *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système*). Sur le plan économique, c'est le contrôle des coûts des évolutions qui est particulièrement important. Les acteurs impliqués dans la gestion des modifications doivent notamment estimer les conséquences économiques du changement, établir les rapports coûts/bénéfices ou encore identifier les moyens de financement (Entreprise, 2007a; 2007c; 2008b; 2011b).

Alors que différentes perspectives de recherche pouvaient donc être envisagées, le choix effectué est étroitement lié au contexte actuel dans et autour de l'organisation. Si aujourd'hui la maîtrise technique et le maintien de la qualité du Système sont devenus des caractéristiques clés de ce produit (avec notamment un taux très élevé de fiabilité du Système de plus de 99 %), les questions économiques et financières se sont elles développées avec une force croissante au cours de ces dernières années dans l'Entreprise. Plus globalement, alors que l'évolution économique actuelle rend le pilotage économique des projets de conception et développement de produits nouveaux de plus en plus d'actualité (Gautier & Giard, 2000), on peut étendre cette perspective à des systèmes en phase de production mais toujours en évolution (voir *Partie 1 – 2.3. Présentation du Système : un produit en constante évolution*). Dans cette situation, cette étude s'est focalisée sur la dimension économique de la gestion des modifications pour la production du Système.

4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel

Si le choix d'une étude de la gestion des modifications d'un point de vue économique a été fait, celui-ci résulte des éléments du contexte actuel dans lequel se met en œuvre la production du Système. Ces facteurs sont principalement de deux ordres : un contexte difficile dans l'activité de gestion des modifications et un contexte organisationnel global de plus en plus contraignant.

4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications

L'activité de gestion des modifications se caractérise aujourd'hui par un contexte particulier d'où ressortent trois éléments clés : le maintien d'un niveau élevé d'évolutions, la non-maîtrise du flux entrant et l'inefficacité relative des actions engagées.

Le premier élément contextuel concerne donc tout d'abord le constat du nombre d'évolutions autorisées aujourd'hui. Celui-ci s'est maintenu à un niveau élevé et a même augmenté significativement ces dernières années (Entreprise, 2008c; 2009c; 2010a; 2010c). S'il y a toujours eu un nombre non négligeable de modifications dans l'historique de la production des différentes versions du Système, le niveau actuel est de plusieurs centaines d'évolutions autorisées par an (voir *Partie 1 – 3.1. Les modifications dans la production du Système*). Or, ces modifications concernent un produit déjà entré en phase de production (il ne s'agit plus du processus de développement) et où l'échelle de production se situe à seulement quelques produits par an (Ghélardi, 2009b). Dans cette situation, l'impact en termes de coûts des modifications sur chaque Système produit est d'autant plus important et met en évidence la nécessité de la gestion économique de ces évolutions.

Le second élément issu du contexte, qui s'inscrit d'ailleurs en parallèle du premier, est lié au fait que l'organisation ne maîtrise plus aujourd'hui le flux d'entrée des nouvelles évolutions. Le nombre de modifications autorisées est en effet supérieur à celui de celles qui sont clôturées dans le même temps (Entreprise, 2008g; 2010c). Cette situation se dégradant, avec l'accumulation d'un portefeuille de modifications en-cours de traitement de plus en plus important dans les processus, a notamment entraîné la mise en place d'un groupe de travail

spécifique dont l'objectif a été de clore ces demandes déjà approuvées mais pas encore appliquées (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système*). Or, les coûts constituent l'une des contraintes pouvant freiner l'autorisation de nouvelles modifications et favoriser la maîtrise du flux entrant. En effet, à ce niveau, les conséquences économiques ne peuvent pas être considérées comme des coûts marginaux, mais comme une masse visible et reconnaissable. L'identification des conséquences économiques des évolutions et leur prise en compte dans la décision de la Commission est de ce fait un facteur contraignant l'autorisation à instruire les propositions de modifications.

Le troisième élément contextuel concerne l'inefficacité relative des actions mises en œuvre pour maîtriser le flux entrant des évolutions. Si le groupe de travail mis en place par certains responsables du Programme a effectivement diminué significativement ce portefeuille, le flux d'entrée actuel n'est toujours pas maîtrisé puisqu'il n'y a toujours pas d'équilibre entre les modifications nouvellement crées et celles closes (Entreprise, 2008g; 2010c). Dans ces conditions, un certain nombre d'acteurs de l'Entreprise ont commencé à se demander si les causes à l'origine de cette situation avaient bien été appréhendées et, dans le cas contraire, si la possibilité que la situation antérieure se répète était envisageable à plus ou moins court-terme avec une nouvelle hausse significative du nombre de modifications en cours d'instruction (Contrôleur 1, 2008; 2009; Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 4, 2010b; Responsable Programme 2, 2009a; 2009b; Responsable Qualité, 2009; 2010; Responsable Programme 4, 2009). Compte-tenu des spécificités de la production d'un système complexe, ce cas de figure pourrait en effet se représenter puisque la tendance à vouloir modifier une situation existante, c'est-à-dire ici à créer des modifications pour un produit déjà en phase de production, est une constante particulièrement dans le cas d'une production complexe (voir *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production du PSC*).

Ce contexte actuel de la gestion des modifications (niveau élevé des évolutions, absence de maîtrise du flux entrant, inefficacité relative des actions engagées) est l'un des éléments clés justifiant l'intérêt d'une analyse en termes économiques de cette activité aujourd'hui. Celui-ci se conjugue avec un environnement organisationnel global de plus en plus contraignant qui souligne lui aussi la pertinence d'une étude économique de la gestion des modifications.

4.1.2. Le contexte organisationnel global

Le contexte organisationnel général auquel fait face l'Entreprise aujourd'hui se caractérise par des contraintes économiques de plus en plus fortes et une volonté de diminuer les coûts de production. Cette situation se traduit de deux manières avec d'une part des objectifs économiques définis au sein de l'Entreprise et, d'autre part, des pressions sur le marché du secteur spatial.

Premièrement, à l'instar de nombreuses organisations, des objectifs économiques sont définis à l'intérieur de l'Entreprise par ses actionnaires et traduits dans l'ensemble des équipes (Contrôleur 1, 2008; 2009). Dans le cas de l'Entreprise, il faut noter que cet actionnariat est composé à la fois d'acteurs privés et publics (Entreprise, 2007b). Pour les premiers, il y a bien sûr la volonté d'un retour sur les investissements consentis à plus ou moins long-terme (voir *Partie 1 – 1.1.2. Le secteur spatial civil : le spatial institutionnel et le spatial commercial*). Pour les seconds, qui ont largement financé le secteur spatial depuis des décennies, ils se trouvent aujourd'hui devant la nécessité d'équilibrer leurs budgets et de réduire leurs déficits, ce qui signifie une gestion plus efficace de leurs ressources, notamment dans leur participation à ce type d'entreprises (voir *Partie 1 – 1.2.2.Le rôle historique des Etats dans le secteur spatial*).

Deuxièmement, au-delà de ces objectifs internes à l'Entreprise qui exercent des contraintes sur la gestion économique de la production, c'est le contexte industriel spatial actuel qui induit des pressions de plus en plus fortes sur les coûts de la production du Système. Ainsi, le Système se trouvant de plus en plus en concurrence avec d'autres produits sur le marché, cela a comme conséquence des contraintes sur les prix exercés et entraîne de ce fait des pressions pour diminuer les coûts de production. Cela a par exemple été le cas pendant les négociations sur le dernier contrat signé entre l'Entreprise et le Client A. Ce dernier a exercé des pressions pour réduire les coûts de production du Système de manière significative au nom du maintien de la compétitivité du produit sur le marché (Responsable Programme 1, 2011b; 2011a). Cette situation devrait perdurer dans les prochaines années compte-tenu d'un environnement de plus en plus compétitif, mais aussi de l'affaiblissement de la position de l'Entreprise vis-à-vis du Client A avec la fin de leur monopole bilatéral (voir *Partie 1 – 2.2.2. L'organisation industrielle actuelle de la production du Système*).

En résumé, alors que le Système ne fait pas exclusivement partie du marché public (voir *Partie 1 – 1.2.3. Le développement d'organisations industrielles mixtes publiques-privées*), les inefficacités existantes peuvent être remises en cause par des pressions sur les prix et les coûts de production (Cohendet & Llerena, 1992). Les ressources pour financer l'activité de production sont donc de plus en plus contraintes par le contexte industriel global et, par conséquent, des actions pour réduire les coûts non nécessaires semblent indispensables. Dans cette situation, l'activité de gestion des modifications apparaît ici comme un domaine avec une opportunité de baisse des coûts de production, au moins aux yeux de certains acteurs de l'Entreprise (Contrôleur 1, 2008; 2009; Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 4, 2010b; Responsable Programme 2, 2009a; 2009b; Responsable Qualité, 2009; 2010; Responsable Programme 4, 2009). Cette position est liée à la fois à l'impact économique de cette activité pour l'organisation (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*), mais aussi au fait que les modifications, en ne faisant pas partie du cycle de production prévu, entraînent des perturbations sur le travail nominal des opérateurs qui ont également des conséquences en termes de coûts (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008; Chef d'Atelier, 2009). Le contexte actuel de la gestion des modifications et l'environnement général de la production du Système justifient donc le choix d'une analyse de la gestion des modifications d'un point de vue économique. Dans cette perspective, les premières démarches de recherche ont permis de relever l'utilisation d'un terme, la « modification sans coût », qui semble être au cœur de l'appréhension des coûts des évolutions dans la production du Système.

4.2. La définition de la question de recherche à partir de l'émergence de la « modification sans coût »

4.2.1. L'apparition de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration

Dans le contexte décrit précédemment, l'utilisation d'une notion telle que la « modification sans coût » apparaît étonnante. Il faut tout d'abord souligner que le terme de « modification sans coût » n'est pas le résultat d'une décision unilatérale d'un ou plusieurs acteurs de l'Entreprise, mais qu'il s'est constitué à partir des pratiques à l'œuvre dans l'activité de gestion de configuration. Ainsi, la notion de « modification sans coût » est utilisée

initialement comme une interface entre l'Entreprise et ses clients pour identifier l'absence de demande de financement de la première aux seconds pour une le changement proposé (Responsable Programme 1, 2011b; 2011a) (voir *Partie 4 – 3.2.1. L'origine du terme « modification sans coût » : une interface avec les clients*). Cependant, les premières observations des pratiques de l'activité de gestion des modifications ont permis de constater l'évolution de l'utilisation de ce terme. Ainsi, une nouvelle compréhension de la « modification sans coût » s'est développée parmi les acteurs de l'Entreprise et s'est traduit dans leurs pratiques (voir *Partie 4 – 3.2.2. L'évolution de la compréhension du terme « modification sans coût » : une évolution sans conséquences économiques pour l'Entreprise*). Dans ce contexte, et afin de développer une analyse autour de l'appréhension économique des évolutions dans un environnement contraignant, l'outil de gestion « modification sans coût » a été progressivement construit à partir du constat de son émergence dans l'organisation. Celui-ci sera un élément clé de cette étude et est par conséquent au cœur de la question de recherche.

4.2.2. La question de recherche

Si le développement de la « modification sans coût » semble être étroitement lié aux pratiques dans l'activité de gestion de configuration, les problématiques qui peuvent se poser concernent donc à la fois l'identification et l'appréhension des conditions de l'émergence de la « modification sans coût », mais aussi les manières par lesquelles cet outil s'est inscrit dans les pratiques des acteurs de l'organisation. Dans cette perspective, la question de recherche qui est posée dans cette étude est la suivante :

Comment la « modification sans coût » émerge-telle en tant qu'outil dans l'organisation et quelles sont ses relations avec les pratiques de la gestion des évolutions dans la production du Système ?

PARTIE 2 – POSITIONNEMENT EPISTEMOLOGIQUE ET CHOIX METHODOLOGIQUE

Il s’agit ici de poser les conditions de la validité théorique et de l’applicabilité de la recherche, c'est-à-dire d’expliquer la cohérence globale des choix épistémologiques et méthodologiques effectués ainsi que les raisons de leur adoption.

1. LE POSITIONNEMENT EPISTEMOLOGIQUE

L'épistémologie répond à l'impérieux besoin de la connaissance en gestion de se réfléchir, de se reconnaître, de se situer et de se problématiser (Martinet, 1990). La réflexion épistémologique est donc inhérente à toute recherche et s'impose à tout chercheur car elle permet d'asseoir la validité et la légitimité d'une recherche. Il est donc nécessaire que le chercheur mène une réflexion épistémologique de manière à expliciter clairement les présupposés de sa recherche (Martinet, 1990; Perret & Séville, 2007). Le chercheur doit de ce fait s'interroger sur la nature de la réalité qu'il pense appréhender, sur le lien qu'il entretient avec son objet de recherche, sur la démarche de production de connaissance qu'il souhaite et qu'il peut emprunter, et sur les critères qui lui permettront d'évaluer la connaissance qu'il produit (Perret & Séville, 2007). Après avoir présenté succinctement la notion d'épistémologie, les principales perspectives utilisées seront décrites, avant une présentation du positionnement épistémologique choisi : le pragmatisme.

1.1. L'épistémologie

L'usage actuel consacre l'emploi du terme épistémologie pour désigner à la fois philosophie des sciences et théorie de la connaissance (Grawitz, 2001). La philosophie des sciences recouvre une réflexion générale sur l'ensemble des sciences et leur développement. Elle s'interroge sur ce qu'est la science en discutant de la nature, de la méthode et de la valeur de la connaissance (Martinet, 1990). La théorie de la connaissance traite elle des problèmes de la connaissance, des relations entre le sujet et l'objet sur le plan le plus général et le plus abstrait (Grawitz, 2001).

Ce qui est intéressant ici, ce sont les questions que doit se poser le chercheur sur sa vision du monde social, sur la nature du lien sujet/objet et sur la nature de la réalité qu'il pense pouvoir appréhender (Perret & Séville, 2007). L'épistémologie définit en effet la manière dont le chercheur considère le monde (*Weltanschauung*), la relation qu'il (sujet) entretient avec le cas étudié (objet) et la nature de la réalité qui est considérée. Dans ce sens, la nature de la réalité, du lien sujet/objet et la vision du monde social constituent des points de repère pour le chercheur qui souhaite définir le positionnement épistémologique de ses recherches (Perret & Séville, 2007). L'épistémologie est également l'étude critique faite *a posteriori*, axée sur la

validité des sciences (Grawitz, 2001). Dans cette perspective, le questionnement épistémologique est un outil à la disposition du chercheur pour clarifier les plans de recherche, c'est-à-dire les méthodes de collecte et d'analyse des données (Usunier et al., 2000). En effet, le maintien de la pertinence du travail passe par une cohérence entre le positionnement épistémologique, les méthodes de recherche, les outils d'analyse, … Chaque positionnement épistémologique ayant ses avantages et ses inconvénients, cela permet de savoir quels plans de recherche vont être efficaces et lesquels ne le seront pas pour une recherche donnée (Usunier et al., 2000).

1.2. Les principaux paradigmes épistémologiques

Les positionnements épistémologiques pouvant être utilisés dans une recherche en gestion sont nombreux. Les principaux courants vont donc être présentés, à savoir le positivisme, le constructivisme et les approches ayant dépassé cette dualité positivisme/constructivisme.

1.2.1. Le positivisme

La prégnance culturelle du positivisme, tenu pour légitimant le statut contemporain des sciences, a fait que celui-ci a été historiquement la première vision épistémologique utilisée en sciences de gestion, sa légitimité étant tenue pour universellement acquise (Le Moigne, 1990a). De fait, le paradigme positiviste est souvent présenté comme le paradigme dominant les sciences de l'organisation et revendique un positionnement réaliste (Perret & Séville, 2007). Dans cette perspective, il s'appuie sur un certain nombre de principes clés (Le Moigne, 1990a; 1995; Usunier et al., 2000; Perret & Séville, 2007) :

- la réalité réelle (hypothèse réaliste) : toute chose connaissable a une essence et l'objectif scientifique est de découvrir cette réalité ;
- la détermination de la réalité par des lois immuables qui doivent être mises à jour pour appréhender cette réalité ;
- l'objectivité de la réalité, indépendante du chercheur qui l'observe ;
- l'utilisation de la seule logique formelle pour le raisonnement à travers des démarches hypothético-déductives.

La conjonction de ces principes définit de façon généralement acceptée la famille des épistémologies positivistes telles qu'on les entend habituellement (incluant donc bien des variantes telles que le réalisme ou le matérialisme rationnel) (Le Moigne, 1990a). De manière générale, l'épistémologie positiviste œuvre donc à décrire les principes d'une connaissance rationnelle, qui affirme l'universalité des lois scientifiques et l'indépendance de l'observateur en les révélant (De Vaujany, 2005).

1.2.2. Le constructivisme

Si pendant longtemps positivisme et sciences de gestion semblaient aller aisément de concert (Le Moigne, 1990a), un nouveau positionnement épistémologique a émergé et a concurrencé progressivement celui-ci dans les sciences en général et dans les sciences de gestion en particulier : le constructivisme. Certains chercheurs ont remis en cause l'adéquation du paradigme positiviste pour l'étude des sciences de gestion et notamment les principes du positivisme par rapport aux situations de gestion (Le Moigne, 1990a). Le paradigme constructiviste s'appuie en effet sur un certain nombre de principes opposés à ceux du positivisme (Le Moigne, 1990a; 1995; Usunier et al., 2000; Perret & Séville, 2002; 2007) :

- l'hypothèse relativiste de la réalité : la réalité reste inconnaissable dans son essence pour le chercheur[18] ;
- l'indétermination du monde : c'est l'action du sujet sur l'objet de recherche qui le construit ;
- l'interdépendance sujet/objet : l'objet de recherche est construit par l'action du chercheur et inversement ;
- les multiples possibilités de logiques de raisonnement : la démarche de compréhension est liée à la finalité du projet et ce qui importe est la construction d'énoncés raisonnables, communicables, discutables.

Ces critères généraux réunissent les différentes épistémologies constructivistes (Le Moigne, 1990a). L'idée clef du constructivisme est donc que le monde et la réalité ne sont pas

[18] Il faut cependant ici distinguer deux perspectives différentes de la relativité de la réalité. Pour l'une, la réalité n'existe pas (constructivisme radical). Pour l'autre, si l'essence de l'objet reste inconnaissable puisque l'on n'a pas la possibilité de l'atteindre directement, l'objet peut être cependant appréhendé par l'action du sujet qui l'expérimente (constructivisme modéré).

extérieurs et objectifs, mais qu'ils sont le produit d'une construction sociale à laquelle les gens attribuent du sens (Husserl, 1946; Usunier et al., 2000).

1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme

Le choix épistémologique n'est pas neutre puisqu'il conditionne la manière d'appréhender et d'évaluer la recherche. En effet, le chercheur doit assurer une certaine cohérence entre ses choix méthodologiques, ses choix épistémologiques, la théorie mobilisée et le domaine de recherche étudié (Perret & Séville, 2007).

1.3.1. Des caractéristiques de la recherche proches du constructivisme modéré

Un certain nombre d'éléments de la recherche ont orienté celle-ci dans une perspective se rapprochant du constructivisme modéré (voir *Partie 1 – 1.2.2. Le constructivisme*), notamment l'importance du contexte, le rôle clé du chercheur dans l'élaboration de la recherche et la diversité des logiques de raisonnement utilisées.

Premièrement, le contexte organisationnel particulier dans lequel s'est inscrite la recherche est un facteur déterminant du développement de cette étude. Dès l'origine, les spécificités de la production et de l'Entreprise avaient notamment été mises en évidence et identifiées comme des facteurs à considérer au cours de la recherche (Belleval, 2008). Il ne s'agit donc pas ici de considérer que des lois déterminées peuvent s'appliquer directement au cas étudié. Au contraire, les spécificités liées au contexte industriel de la recherche et les particularités organisationnelles sont des éléments clés devant être considérés dans le processus de la recherche. Deuxièmement, le rôle du chercheur et son influence sur le déroulement de la recherche constituent un élément clé de cette étude. Alors que le cadre de la recherche suppose déjà une implication forte du chercheur sur son terrain (Belleval, 2008), la méthodologie choisie, à savoir la recherche-action, renforce cette caractéristique (voir *Partie 2 – 2. Le choix méthodologique : la recherche-action*). Ce positionnement est lié à l'impossibilité de la compréhension de la situation de gestion depuis l'extérieur, sans être impliqué dans la dynamique d'action organisationnelle avec les schèmes interprétatifs qu'elle

véhicule. Ainsi il se révélait particulièrement difficile d'abstraire des éléments comme la présence du chercheur sur le terrain et le caractère choisi des données utilisées. Troisièmement, diverses méthodes de recherche (base de données, documentation, entretiens, réunions, …) seront utilisées pour obtenir des données de différentes nature (quantitatives et qualitatives) qui seront ensuite analysées et discutées à travers de multiples logiques de raisonnements (déduction, induction, abduction) (voir *Partie 2 – 3. Le cheminement et les méthodes de la recherche*).

L'importance du contexte, le rôle du chercheur dans la recherche et la diversité des logiques de raisonnement sont donc des caractéristiques qui paraissaient cohérentes avec un positionnement constructiviste modéré (voir *Partie 2 – 1.2.2. Le constructivisme*). Cependant, les objectifs et les besoins de la recherche ont conduit à chercher un positionnement épistémologique dépassant le clivage positivisme/constructivisme (David, 2008) et à faire le choix d'un positionnement épistémologique pragmatiste (Latour, 2005).

1.3.2. Des caractéristiques de la recherche nécessitant le dépassement du clivage positivisme/constructivisme et la justification d'un positionnement épistémologique pragmatiste

Si les caractéristiques de la recherche ont conduit à rejeter un cadre positiviste, deux éléments clés caractérisant la recherche ne permettent pas de se satisfaire pleinement du constructivisme radical ou modéré :

- la volonté de transformation de la situation par les acteurs de l'organisation (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain* et *Partie 4 – 4. Le plan de transformation proposé dans la gestion de configuration et la proposition d'une nouvelle compréhension du coût des évolutions*) ;
- le dépassement du clivage sujet/objet dans le cadre théorique choisi (voir *Partie 3 – 4. Présentation du cadre théorique choisi : la théorie de l'acteur-réseau*).

Tout d'abord, c'est la volonté de transformer une situation organisationnelle dans l'Entreprise qui fonde de fait la validité de la recherche. Au départ, les acteurs sont en effet confrontés à

une situation qu'ils veulent transformer et, par conséquent, les objectifs industriels définis pour la recherche se sont systématiquement posés en termes de capacité de compréhension et de transformation d'une situation organisationnelle (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Alors que la question de recherche s'est portée plus précisément sur la gestion des modifications, la validité de la recherche repose ainsi sur son aptitude à comprendre la situation dans cette activité et à la transformer pour permettre à l'organisation de poursuivre son développement et d'assurer sa survie. Le chercheur est ici un acteur qui va construire des outils qui devront permettre de représenter et de comprendre la situation dans un objectif de changement. Ces représentations n'auront pas nécessairement de lien avec la réalité et leur validité proviendra de leur capacité à représenter la situation pour la transformer. Ainsi, en construisant un modèle de la situation permettant la compréhension de celle-ci, le chercheur donne une capacité d'action aux acteurs de l'organisation. Dans ce sens, c'est la production de représentations qui fait émerger des connaissances. Celles-ci sont ensuite actionnables par les acteurs dans un objectif de transformation. De plus, comme on le verra dans le corps de la thèse (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion des modifications du programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût*), un obstacle majeur à la compréhension de la situation dans l'activité de gestion des modifications est le clivage entre sujet et objet vus comme des entités séparées, notamment son application aux outils de gestion. Ainsi, on ne pourra ni considérer que l'objet est indépendant et objectif par rapport au sujet qui l'observe (positivisme), ni qu'il y a interdépendance entre le sujet et l'objet, le second étant construit par le premier et inversement (constructivisme). Cette caractéristique rend nécessaire l'utilisation d'une épistémologie remettant en cause le dualisme sujet/objet et prenant en considération la symétrie entre les sujets et les objets.

Compte-tenu de l'identification de ces deux impératifs de la recherche (validation par les effets pratiques et remise en cause du dualisme sujet-objet), un positionnement épistémologique pragmatiste, qui permet de répondre à ces caractéristiques, a été choisi. D'une part, l'épistémologie pragmatiste ne construit pas la validité d'une recherche par rapport à un lien quelconque avec la réalité, mais celle-ci repose au contraire sur la capacité de compréhension de la situation et de transformation de cette situation (Latour, 2005). Cette perspective permet donc d'éviter un débat complexe autour de l'appréhension de la réalité tout en étant justifiée par la capacité de compréhension, d'action et de transformation d'une situation. D'autre part, le positionnement pragmatiste permet de dépasser la dichotomie

sujet/objet dans la recherche puisque, dans cette approche, il y a en effet une relation symétrique entre les sujets et les objets (Callon, 1986; Latour, 2005). Par ailleurs, ce positionnement dépassant la dualité sujet/objet se révèlera par la suite cohérent avec le cadre théorique choisi à savoir la théorie de l'acteur-réseau (voir *Partie 3 – 3.5. Justification du choix de la théorie de l'acteur-réseau dans le contexte de l'étude par rapport aux critères définis*), puisque ce courant se fonde notamment sur un refus de la dichotomie objet/sujet (voir *Partie 3 – 4.1.2. Le concept d'actant*) et plus généralement la dualité positivisme/constructivisme.

Une fois le positionnement épistémologique défini, il était également nécessaire de préciser successivement le choix méthodologique effectué ainsi que le cheminement et les méthodes de la recherche.

2. LE CHOIX METHODOLOGIQUE : LA RECHERCHE-ACTION

L'utilisation d'une épistémologie pragmatiste vient d'être justifiée. Le choix d'une méthodologie adaptée répond ensuite à la fois aux besoins méthodologiques spécifiques de la recherche effectuée et à la cohérence avec ce positionnement épistémologique. Ainsi, les caractéristiques particulières de cette étude (contrat de recherche en entreprise, diversité des objets, nature complexe de l'objet analysé) conduisent à s'orienter vers une démarche d'immersion sur le terrain de recherche dans une perspective d'action. Par rapport au positionnement épistémologique choisi, la méthodologie correspondante au pragmatisme est l'enquête à nature sociale (Dewey, 1993). Celle-ci intègre deux caractéristiques clés. D'une part, l'engagement du chercheur et son interaction avec les acteurs sur le terrain et, d'autre part, l'action expérimentale destinée à tester la validité des connaissances à travers leurs effets pratiques de transformation de la situation (Dewey, 1993).

Compte-tenu de ces deux dimensions, c'est vers une démarche méthodologique de ce type que s'est orientée la recherche. Dans ces approches, on retrouve l'ensemble des recherches cliniques qui sont définies comme l'interaction instituée entre le chercheur et son terrain d'étude (Girin, 1981), les recherches-interventions qui s'organisent autour d'une interaction cognitive entre le chercheur et les acteurs de l'organisation (Plane, 1999) ou encore les recherches-action. Si ces trois dénominations peuvent d'ailleurs être considérées comme synonymes (Justin, 2004), c'est autour du courant pragmatiste de la recherche-action, en tant que processus collaboratif d'analyse et de résolution de problèmes dans leur contexte, que s'est inscrite la démarche de cette recherche (Reason & Bradbury, 2006; Greenwood & Levin, 2007).

2.1. Les besoins méthodologiques de la recherche et l'adéquation d'une démarche de recherche-action

Le choix d'une méthodologie de recherche particulière est liée à la fois au positionnement épistémologique adopté, mais aussi aux besoins particuliers de la recherche menée. Dans cette étude de cas, plusieurs critères spécifiques ont ainsi été considérés : les opportunités offertes par le contrat de recherche, les objectifs définis initialement et la nature de l'objet de la recherche.

Tout d'abord, les opportunités particulières qu'offrait cette recherche, en tant que doctorant au sein d'une entreprise d'accueil, ont été prises en compte. Cette recherche a été effectuée dans le cadre d'un contrat CIFRE (« Conventions Industrielles de Formation par la Recherche ») signé entre l'Entreprise, l'Université de Strasbourg et le doctorant pour une période de trois ans[19]. Le contrat CIFRE permet au chercheur d'être présent directement dans l'Entreprise sur une longue période (Association Nationale Recherche Technologie, 2011). Le chercheur a donc été présent pendant plus de trois ans au sein de l'Entreprise d'accueil, tout en participant aux formations et aux activités du laboratoire de recherche. Ce type de démarche permet d'effectuer une véritable étude longitudinale privilégiant à la fois la durée et l'approfondissement des observations de terrain (Mahé de Boislandelle, 1998). Par conséquent, le chercheur d'une part et les praticiens de l'organisation d'autre part jouent un rôle clé dans le développement de la recherche et il était donc nécessaire de considérer ces éléments lors du choix méthodologique.

De plus, la diversité des objectifs déterminés à l'origine est un critère clé de cette recherche. En effet, le contrat de recherche définissait dès le départ la volonté d'obtenir des avancées à la fois sur le plan académique (développement de connaissances en gestion) et sur le plan industriel (propositions d'avancées pour les acteurs de terrain) (Belleval, 2008). Le sujet de recherche choisi autour de la gestion économique des modifications (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*) ouvre ainsi la perspective à la fois à des avancées pratiques pour l'organisation (modalités de gestion d'événements non prévus, outils de contrôle économique, identification de leviers d'action) et à des avancées théoriques (gestion économique d'une production complexe spécifique, contrôle des coûts d'événements non prévus).

Enfin, la nature particulière de l'objet de recherche doit être considérée dans le choix de la méthodologie. Déjà, l'objet au cœur de la question de recherche est issu d'une situation de terrain : le constat de la présence de « modifications sans coût » dans la gestion des évolutions du Système (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain* et *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Mais surtout, la complexité du phénomène analysé nécessite la

[19] Les conventions CIFRE subventionnent toute entreprise de droit français qui embauche un doctorant pour le placer au cœur d'une collaboration de recherche avec un laboratoire public et dont les travaux aboutiront à la soutenance d'une thèse (Association Nationale Recherche Technologie, 2011).

prise en compte de la haute technicité de l'activité, de son enchevêtrement institutionnel, des bouleversements de l'environnement politique, économique et commercial, ainsi que de l'importance de l'historique et des multiples cultures en présence (ingénieurs, contrôleurs, managers, …). Cette complexité appelle de ce fait à une véritable immersion dans le terrain pour en saisir les tenants et aboutissants.

Dans ce contexte, il est possible d'affirmer que la méthodologie de la recherche-action répond à l'ensemble de ces besoins méthodologiques liés aux caractéristiques particulières de cette étude. Premièrement, la recherche-action permet de prendre en compte le rôle actif du chercheur dans la démarche de recherche ainsi que la participation des praticiens dans celle-ci. Deuxièmement, la recherche-action permet de répondre à la diversité des objectifs d'une recherche, en particulier à la double perspective théorique et pratique. Troisièmement, la démarche de recherche-action est particulièrement pertinente dans l'appréhension d'une situation de terrain complexe grâce à l'implication directe et sur le long-terme du chercheur sur le terrain d'étude. La méthodologie de la recherche-action, et plus particulièrement celle d'inspiration pragmatiste, va donc maintenant être définie et caractérisée.

2.2. Définition et caractéristiques de la recherche-action pragmatiste

La recherche-action est aujourd'hui plus une famille d'approches qu'une méthodologie homogène (Heller, 2004). Il y a en conséquence une grande variété de pratiques dans son utilisation (Reason & Bradbury, 2006; Greenwood & Levin, 2007). Compte-tenu du positionnement épistémologique choisi, la recherche-action se situe dans une perspective non-positiviste d'inspiration pragmatiste (Lorino et al., 2011). Après avoir défini cette notion, les caractéristiques clés de cette méthodologie seront présentées et distinguées du courant historique de la recherche-action.

2.2.1. Définition de la recherche-action pragmatiste

La recherche-action en général et la recherche-action pragmatiste en particulier ont un double objectif : contribuer à la fois aux préoccupations pratiques face à la situation d'une

organisation, mais aussi aux objectifs des sciences sociales par une collaboration dans un schéma mutuellement acceptable par les participants (Rapoport, 1970; Heller, 2004). Dans cette perspective, la démarche de recherche-action pragmatiste résulte au départ d'une rencontre entre une intention de recherche (chercheurs) et une volonté de changement (praticiens), où l'on recherche des connections plausibles entre les problématiques, la théorie et les données (Liu, 1997; Ahrens & Chapman, 2006). Concrètement, la recherche-action implique un ensemble d'allers-retours entre théorie et pratique afin de définir, dans un premier temps, la problématique, puis de l'affiner progressivement. Le rôle du chercheur est ici d'articuler les théories en pratique et les motivations des membres de l'organisation, ainsi que les manières dont ils tiennent comptent des activités observées sur le terrain (Ahrens & Chapman, 2006; Lorino, 2008).

La recherche-action est donc une recherche menée par des chercheurs et des membres de l'organisation dans l'objectif d'améliorer la situation des participants et l'état des connaissances. La démarche de recherche-action pragmatiste se situe ainsi dans une perspective où l'accès à une compréhension utile de la situation exige d'avoir une perspective transformatrice de cette situation (on ne peut comprendre une réalité sociale qu'el essayant de la transformer) (Lorino et al., 2011). L'objet est donc de transformer le fonctionnement de l'organisation observée en poursuivant deux objectifs simultanément : 1'amélioration du fonctionnement et l'accroissement du niveau de performances économiques et sociales d'une part, la production de concepts, méthodes et outils sur le terrain considéré comme un lieu de production de connaissances d'autre part (Justin, 2004). La recherche-action est donc une stratégie de recherche générant de la connaissance qui sera utilisée pour promouvoir le changement et, inversement, elle engendre du changement qui permettra la production de connaissance (Greenwood & Levin, 2007). Il y a ainsi une imbrication étroite entre l'action de transformation et la production de connaissances. Pour résumer, la recherche-action pragmatiste se caractérise par une relation forte entre l'acquisition de connaissances et l'action de transformation, ainsi que l'égal bénéfice d'acquisition de connaissances au bénéfice de l'organisation, du chercheur et de sa communauté (Heller, 2004).

2.2.2. Caractéristiques de la recherche-action pragmatiste

Après avoir défini la notion de recherche-action pragmatiste, ses caractéristiques clés vont maintenant être présentées. Sept caractéristiques de la recherche-action ont été mises en évidence par Heller (2004) :

- une relation étroite entre l'acquisition de connaissances et l'action ;
- l'acquisition de connaissance au bénéfice des praticiens et de leur organisation, autant que pour les chercheurs et leur communauté ;
- la validation par le processus d'apprentissage et d'action lui-même, ainsi que par la co-interprétation ;
- la contingence du processus compte-tenu de circonstances spécifiques, mais qui n'exclut pas un degré de généralisation dans des contingences similaires ;
- des résultats disponibles et partagés entre les praticiens et les chercheurs ;
- une dimension éthique avec des valeurs partagées et une réflexion entre les praticiens et les chercheurs ;
- une tendance à se développer dans plus d'une discipline scientifique et plus d'une méthode d'acquisition des connaissances.

Parmi ces multiples caractéristiques, trois éléments en ressortent de manière transversale pour la recherche-action pragmatiste : l'étroitesse du lien entre la théorie et la pratique, l'intégration des praticiens dans le processus de recherche et le rôle clé du chercheur sur le terrain.

Premièrement, la recherche-action met en évidence une relation étroite entre la théorie et la pratique. Alors que la recherche-action se réfère globalement à la conjonction de l'action, de la recherche et de la participation (Greenwood & Levin, 2007), elle dépasse cependant la séparation traditionnelle entre recherche et application (Reason & Bradbury, 2006). En effet, elle se différencie de la recherche appliquée dans le sens où il n'y a pas de séparation entre l'idée (théorique) et l'action (pratique) (Greenwood & Levin, 2007). La théorie et la pratique sont donc étroitement liées, le domaine d'application et les pratiques des praticiens n'étant pas déconnectés de la recherche théorique elle-même (Reason & Bradbury, 2006).

Deuxièmement, les praticiens sont véritablement intégrés dans le processus de la recherche. En effet, ce lien très fort entre la théorie et la pratique se traduit dans un processus d'apprentissage mutuel, continu et participatif entre les chercheurs et les praticiens (Liu,

1997; Greenwood & Levin, 2007). Dans ce contexte, les diversités et les différences des chercheurs et des praticiens sont considérées comme des facteurs clés nécessaires pour la génération de connaissances (Heller, 2004; Reason & Bradbury, 2006; Greenwood & Levin, 2007). La recherche-action est donc plutôt une recherche *avec* les praticiens que *sur* les praticiens (Elden & Levin, 1991; Reason & Bradbury, 2006). Ces derniers participent concrètement à la recherche et peuvent devenir eux-mêmes des co-chercheurs. En faisant participer et en engageant les acteurs locaux dans la recherche, ce type de démarche peut ainsi permettre de répondre plus directement aux problématiques pratiques des acteurs de l'organisation (Reason & Bradbury, 2006; Greenwood & Levin, 2007).

Troisièmement, la recherche-action est un mode de recherche où le chercheur tient un rôle clé. En effet, ce type de recherche nécessite un engagement fort du chercheur plutôt qu'une position objective et distante, puisque ce qui caractérise le chercheur dans cette situation est sa manière particulière d'appréhender le terrain (Lorino et al., 2011). Dans ce contexte, et alors que le chercheur ne peut obtenir une information pertinente des pratiques qu'en s'y engageant, il s'intègre par conséquent au groupe en tant qu'interviewer, observateur, observateur participant ou une combinaison de ces rôles (Ahrens & Chapman, 2006). Le chercheur devient ici lui aussi un participant et, de ce fait, la distinction entre chercheurs et sujets de recherche peut devenir floue dans ce type de collaboration (Reason & Bradbury, 2006). En s'impliquant progressivement sur le terrain de recherche, le chercheur peut ainsi relier les données tacites aux réflexions conventionnelles explicites qui ne constituent que des points de départ (Greenwood & Levin, 2007). Cela lui donne l'opportunité de faire émerger une problématique à partir des données du terrain, celle-ci étant simultanément analysée au travers d'un champ théorique. Ce processus permet de contribuer au débat sur le terrain voire de reformuler la question de départ, mais aussi d'enrichir la théorie ou de susciter l'utilisation de nouveaux champs théoriques. La nature active du chercheur lui donne donc l'occasion d'exprimer les pratiques des acteurs du terrain, tout en gardant à l'esprit que cette démarche n'est pas simplement un travail empirique mais est une activité théorique profonde (Ahrens & Chapman, 2006).

2.2.3. La recherche-action pragmatiste, un courant spécifique par rapport à la recherche-action historique

Il est important de distinguer ici la recherche-action pragmatiste du courant historique de cette méthodologie. A l'origine, la recherche-action apparaît en effet dans les pays anglo-saxons dès lors qu'émerge un besoin de comprendre de nouveaux problèmes et par conséquent d'introduire un nécessaire potentiel de changement (Rapoport, 1970; Heller, 2004). En cherchant à conceptualiser le changement social et la manière de le promouvoir, Kurt Lewin (1948; 1951) est généralement considéré comme celui ayant utilisé et défini pour la première fois le terme de « recherche-action » (Greenwood & Levin, 2007). Pour Kurt Lewin, les méthodes de recherche efficaces pour diriger l'action sociale doivent être liées à l'organisation de l'action (Heller, 2004). Dans ce sens, il envisage ce processus comme celui où quelqu'un construit une expérience dans une situation sociale et matérielle holistique dans le but d'arriver à un certain objectif (Greenwood & Levin, 2007). Ces travaux ont surtout été utilisés à l'origine dans la perspective de changements de court-terme et ils sont restés attachés à l'expérimentation et à la conceptualisation du changement en tant que processus discret et séquentiel (Greenwood & Levin, 2007). Kurt Lewin a donc mis en évidence les éléments clés de la recherche-action (l'intérêt de la production de connaissances basée sur la résolution de problèmes concrets, le rôle du chercheur qui passe de l'observateur distant à l'implication concrète dans la résolution du problème, …). Cependant, ce courant historique de la recherche-action a émergé et s'est clairement situé dans un positionnement positiviste. Il diffère donc largement de la recherche-action de type pragmatiste qui s'est progressivement développée par la suite. C'est cette dernière qui a été choisie comme méthodologie pour cette recherche[20].

La recherche-action pragmatiste permet donc de répondre précisément aux besoins identifiés pour cette recherche et est cohérente avec le positionnement épistémologique choisi précédemment (voir *Partie 2 – 1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme*). C'est par conséquent cette méthodologie qui a été choisie pour mener à bien la recherche. Avant de présenter les résultats qui ont été obtenus (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion des modifications du programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*), le cheminement de la démarche et

[20] Cette distinction effectuée, le terme de recherche-action fera uniquement référence au courant de la recherche-action pragmatiste.

les méthodes qui ont été utilisées dans l'élaboration de cette recherche-action pragmatiste vont maintenant être présentés.

3. LE CHEMINEMENT ET LES METHODES DE LA RECHERCHE.

De manière générale, la démarche de recherche s'est construite par une méthode de recherche exploratoire et un cheminement de type abductif (Koenig, 1993). Cette démarche exploratoire s'est concrétisée par la mobilisation de différentes méthodes et outils d'analyse, étant donné que la recherche-action permet l'utilisation de multiples moyens (Reason & Bradbury, 2006). L'abduction est quant à elle la figure de raisonnement par laquelle on construit des hypothèses nouvelles (Lorino, 2005). Elle consiste en un ensemble d'allers-retours entre des observations et des connaissances théoriques tout au long de la recherche (Charreire & Durieux, 2007). Ainsi, au-cours de ces trois années dans l'Entreprise, une recherche-action, faite d'allers-retours entre la théorie et la pratique, a été progressivement développée avec quatre étapes clés : la compréhension de l'environnement, la définition du sujet de recherche, la recherche sur l'activité de gestion des modifications et la validation des résultats développés. La présentation successive de ces différentes étapes permettra de suivre le cheminement de la démarche de recherche et les méthodes qui ont été utilisées dans cette perspective.

3.1. La première étape : la compréhension de l'environnement

La première étape de la recherche-action est la définition du problème que, collectivement, le chercheur et les autres acteurs impliqués ont pour objectif d'analyser et/ou de résoudre (Greenwood & Levin, 2007). L'identification de cette question passe nécessairement par une compréhension précise de l'environnement de la recherche et des problématiques à l'œuvre. Par conséquent, la première phase de cette recherche a été consacrée spécifiquement à la compréhension du contexte de l'entreprise étudiée. Dans cette perspective, la perspective a tout d'abord été focalisée sur le fait de comprendre l'organisation, la nature et les caractéristiques du produit, ainsi que l'environnement industriel global (voir *Partie 1 – Présentation de l'environnement industriel et du terrain de recherche*).

Pour cela, de nombreuses informations techniques, notes et procédures présentes dans la documentation interne ont été rassemblées au cours d'une immersion à temps plein au sein de l'Entreprise et lors des visites des ateliers de production. Au cours de cette étape, une quinzaine d'entretiens ouverts d'une à deux heures ont été menés avec tous les acteurs clés du Programme de production du Système et du Centre de Compétences. Le rôle du chercheur

pendant cette période peut s'assimiler à celui du visiteur curieux (« *curious visitor* ») (Agar, 1996) qui découvre l'organisation, ses normes et ses pratiques avec un œil nouveau mais sans pour autant les comprendre tout à fait. De manière générale, cette présence dans l'Entreprise a permis de poser des questions génératives aux acteurs de l'organisation (Strauss, 1987) afin d'identifier les sujets de recherche potentiellement intéressants. La démarche de la recherche a donc reposé initialement sur le retour d'expérience et les connaissances accumulées lors de cette première phase et elle a donné lieu à des résultats exploratoires utiles pour la suite du cheminement (Merchant, 1990).

3.2. La deuxième étape : la définition du sujet de recherche

Après cette première phase exploratoire, plusieurs pistes de recherche ont été envisagées (Belleval, 2008; Comité de Pilotage, 2008a; 2008b) :

- l'appréhension des signaux faibles pour mieux appréhender l'évaluation du risque et améliorer la fiabilité du Système ;
- la définition de familles d'incidents et l'analyse de la remontée d'information qui leur est liée ;
- la gestion des écarts économiques liés aux perturbations de la production dans la perspective d'améliorer la profitabilité du Programme.

C'est finalement vers cette dernière piste que s'est orienté la recherche compte-tenu des perspectives qu'elle offrait tant du point de vue théorique que pratique (voir *Introduction*). Les perturbations ont été ainsi définies comme des événements, intervenant à un moment donné du processus, qui modifient le référentiel initialement défini. Elles peuvent être liées au produit, à l'activité de production ou encore à l'environnement interne et externe à l'Entreprise (Comité de Pilotage, 2008a; 2008b). Parmi ces multiples types de perturbations, cette étude s'est progressivement orientée vers les perturbations liées au produit lui-même (les anomalies, les dérogations et les modifications). Alors que les premiers travaux de recherche-action ont porté à la fois sur les anomalies, les dérogations et les modifications, cette étude s'est ensuite plus spécifiquement portée vers les modifications et leur gestion dans la production du Système (Comité de Pilotage, 2008c; 2008d; 2008e; 2009a; 2009b) (voir *Partie*

1 – 3. Le sujet de la recherche : les modifications et leur gestion dans la production du Système).

Alors que ce sujet de recherche pouvait être envisagé de diverses perspectives, c'est une approche économique de la gestion des modifications qui a été choisie (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Cette perspective est apparue particulièrement intéressante puisque, de manière générale, la gestion des écarts économiques suppose une connaissance en profondeur des référentiels de base et leur stabilité tout au long du processus de production. Or la production et l'intégration du Système ne remplissent que partiellement ces critères puisque, si des référentiels de production ont été mis en place dès le début du développement du Système, le fait qu'ils subissent des événements non prévus comme les modifications change quotidiennement les références initiales et notamment les caractéristiques mêmes du produit. Dans ce contexte, l'appréhension des modifications et de leur gestion d'un point de vue économique apparaît comme particulièrement intéressante dans le cas d'un produit tel que le Système.

3.3. La troisième étape : la recherche sur l'activité de gestion des modifications

La définition du sujet de recherche a permis de focaliser la suite de la démarche. L'immersion dans l'Entreprise s'est notamment poursuivie par la participation régulière aux réunions de travail et aux différentes commissions du processus de gestion des modifications. De plus, douze entretiens semi-directifs d'environ une heure, focalisés sur le thème des modifications et de leur gestion avec les acteurs clés impliqués dans cette activité, ont été organisés. Cette étape a permis au chercheur de devenir un initié (« *initiate* ») en ce qui concerne les règles de l'organisation et les pratiques des acteurs dans la gestion des modifications (Agar, 1996). Dans ce sens, une synthèse des notions, des processus, des pratiques et des indicateurs de la gestion des modifications a notamment été présentée aux responsables du Programme (Ghélardi, 2009b). Enfin, au cours de ce travail spécifique sur les modifications, un comité spécifique a été identifié comme jouant un rôle clé (la Commission) et c'est autour des activités de cet organisme que la démarche de recherche s'est poursuivie plus spécifiquement.

Cet organisme étant l'autorité décisionnaire pour l'instruction des demandes de modifications, une participation systématique aux sessions de la Commission, en tant qu'auditeur libre, a été

organisée chaque semaine. Cette présence à l'ensemble des réunions de ce comité au cours de l'année 2009, ce qui représente quarante sessions d'environ quatre heures chacune, a permis de développer une importante base de données fournissant un niveau élevé d'information sur tous les aspects des modifications présentées. A ce moment-là de la recherche, le chercheur est considéré comme un membre périphérique (« *peripherical member* ») de l'organisation (Adler, 1987), dans le sens où les autres acteurs n'étaient pas surpris de le voir dans les différentes réunions et ne le considéraient plus comme une personne extérieure à l'Entreprise. En parallèle, et de manière à enrichir la démarche et valider tout ou partie de l'analyse effectuée à partir de ces données, dix nouveaux entretiens semi-directifs d'environ une heure avec les acteurs de la gestion des modifications ont été organisés. Ces entretiens individuels ont été suivis d'une réunion collective d'environ trois heures, avec l'ensemble de ces personnes interviewées de manière individuelle auparavant, destinée à les faire réagir et discuter autour des points clés relevés par les résultats intermédiaires de cette étude (Entreprise, 2009b). La question de la gestion des perturbations, et notamment celle des modifications, a également été considérée depuis la perspective de la ligne de production grâce à une immersion de cinq semaines à temps complet dans les ateliers de production au sein d'une équipe d'opérateurs (Ghélardi, 2009a).

En parallèle du travail d'élaboration de la thèse et de la présentation de papiers académiques (Ghélardi, 2010; 2011), un certain nombre d'améliorations au niveau industriel dans la gestion des modifications ont pu être proposées dans le cadre de la recherche-action. Tout d'abord en contribuant, en tant qu'observateur-participant, au groupe de travail ayant développé un plan de transformation de la gestion de configuration pour l'entreprise (Entreprise, 2009d) et à sa mise en œuvre dans le cadre de la production du Système (Entreprise, 2010d) (voir *Partie 4 – 4.Le plan de transformation proposé dans la gestion de configuration et la proposition d'une nouvelle compréhension du coût des évolutions*), mais surtout en présentant mes propres recommandations sur la gestion globale et économique des modifications devant l'ensemble des responsables du Programme (Entreprise, 2009b; 2010a; 2012).

3.4. La quatrième étape : la validation des résultats développés

Si l'appréhension de la complexité de la situation a été permise par la longueur de la période passée sur le terrain (plus de trois ans) ayant permis d'effectuer une véritable étude longitudinale dans l'Entreprise, la validité des résultats qui ont été développés au cours de cette recherche est fondée sur trois facteurs : la diversité des méthodes utilisées, la capacité de transformation des outils développés au cours de l'étude et les comités de suivi de la recherche.

Premièrement, les données recueillies sur le terrain ont été construites à partir de l'utilisation de diverses méthodes de recherche et outils d'analyse : la réunion de la documentation interne globale ou spécifique à la gestion des modifications, l'organisation d'entretiens ouverts ou semi-directifs, l'observation participante et la restitution des résultats intermédiaires devant les acteurs. Ces informations ont de plus été soumises à des traitements à la fois quantitatifs (base de données) et qualitatifs (analyse de l'observation et des entretiens).

Deuxièmement, alors que la validation des résultats d'une démarche de recherche est également liée au positionnement épistémologique, le choix du pragmatisme entraîne une validation par la capacité de transformation des situations développées au cours de la recherche (voir *Partie 2 – 1.3.2. Des caractéristiques de la recherche nécessitant le dépassement du clivage positivisme/constructivisme et la justification d'un positionnement épistémologique pragmatiste*). Dans ce sens, les outils développés pour, dans un premier temps, comprendre la situation de l'activité de gestion des modifications puis, dans un deuxième temps, fournir des capacités d'action et de transformation aux acteurs de l'organisation (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion des modifications du programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*) constituent un élément clé de la validation des résultats de la recherche.

Troisièmement, les différentes étapes de ce processus de recherche ont été contrôlées et validées par différents comités de suivi. Tout d'abord par les Comités de Pilotage de la thèse, réunis en moyenne trois fois par an, et composés d'une part des responsables de l'Entreprise et d'autre part des responsables académiques de la recherche (Comité de Pilotage, 2008c; 2008d; 2008e; 2009a; 2009b; 2010a; 2010b; 2011a; 2011b; 2012). Le rôle de ces Comités de Pilotage a été de valider le déroulement, l'organisation et l'orientation de la recherche tout au long du processus (Belleval, 2008). De plus, la validation académique du contenu de la recherche a été effectuée par les directeurs et co-directeurs de la thèse au cours de réunions

d’avancement régulières qui permettaient la présentation des résultats obtenus et l’approbation de tout ou partie des conclusions développées. Cette validation s’est ensuite poursuivie avec la participation à des conférences académiques et la présentation de papiers exposant les résultats intermédiaires de la recherche (Ghélardi, 2010; 2011). Enfin, l’aboutissement de cette validation sera accompli avec la soutenance de la thèse et les éventuelles publications postérieures.

Après avoir précisé le cadre épistémologique et méthodologique de cette étude, c’est maintenant la revue de la littérature et le cadre théorique de la recherche-action qui vont être présenté.

PARTIE 3 - REVUE DE LA LITTERATURE ET CADRE THEORIQUE DE LA RECHERCHE

Après avoir présenté le terrain de cette étude à partir duquel a émergé la question de recherche, le positionnement épistémologique adopté ainsi que la méthodologie choisie, il est maintenant nécessaire de définir le cadre théorique de la recherche en commençant par une revue de la littérature pertinente pour la question de recherche.

La revue proposée ici débute par l'appréhension des caractéristiques spécifiques du terrain de recherche à travers la littérature qui a été développée autour des Produits ou Systèmes Complexes (PSC) (Hobday, 2000; Hobday et al., 2000; Belleval, 2002; 2005a; 2005b). En effet, alors que les spécificités du produit et de la production du Système sont très éloignées d'une production traditionnelle, celles-ci peuvent être considérées à travers le cadre offert par les PSC (complexité de l'architecture, coût de revient élevé, développement de propriétés émergeantes, biens quasi-prototypes, production en petites séries, longueur des cycles de production, …). Les produits du secteur spatial sont d'ailleurs considérés comme faisant partie intégrante des PSC (Hobday et al., 2000) et le Système peut donc être assimilé à un PSC. Cependant, certaines caractéristiques propres au Système (niveau de production relativement élevé, temps d'exploitation relativement faible) font qu'il doit être considéré comme un PSC particulier. Dans cette situation, et alors que l'Entreprise se situe dans un contexte économique de plus en plus contraignant, c'est vers une étude du contrôle des coûts du Système comme PSC particulier que s'est orientée cette recherche.

Plus précisément, la question de recherche portant sur un élément particulier, la « modification sans coût », c'est autour de la maîtrise économique de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production que s'est développée cette étude. Afin de pouvoir appréhender la « modification sans coût », la revue se poursuit par la recherche d'éléments dans la littérature permettant de considérer le concept de « modification ». Les éléments de la littérature se rapportant aux évolutions techniques et à la gestion des évolutions techniques ont été recueillis, afin de donner un cadre théorique aux notions de « modification » et de « gestion des modifications » utilisées dans la production du Système. A partir des éléments

théoriques associés aux évolutions techniques et à leur gestion, un cadre théorique d'analyse cohérent et pertinent permettant de mener à bien l'analyse et l'interprétation de la « modification sans coût » a été recherché.

Dans cette perspective, l'utilisation d'une théorie rationaliste n'est pas apparue comme la plus adéquate compte-tenu des caractéristiques propres du terrain et de la « modification sans coût » (absence de rationalité représentationnelle de l'outil par rapport à la réalité, émergence de l'outil à partir des pratiques, lien étroit avec le contexte spécifique de la gestion des modifications, encore rôle actif des acteurs dans son utilisation). Par la suite, alors que de nombreux courants non-rationalistes pourraient être mobilisés dans cette étude, deux critères clés issus du terrain et en rapport avec les caractéristiques de la « modification sans coût » ont été définis : son émergence dans la gestion des modifications d'une part et sa relative autonomie par rapport aux acteurs d'autre part. Dans cette situation, c'est la théorie de l'acteur-réseau qui permet le mieux de prendre en compte ces critères et qui a par conséquent été choisie comme cadre théorique de cette recherche.

1. LE DOMAINE INDUSTRIEL DU TERRAIN DE RECHERCHE : LES PRODUITS OU SYSTEMES COMPLEXES

La revue de la littérature est tout d'abord orientée vers l'appréhension du domaine industriel particulier du terrain de recherche. En effet, afin de pouvoir appréhender de manière pertinente la question de recherche définie, il faut tout d'abord comprendre et considérer les traits distinctifs du produit étudié et de son mode de production. Si, dans cette perspective, peu d'études ont eu pour objet le cas de la production de systèmes spatiaux, ces derniers ont généralement été assimilés à une catégorie de produits de haute-technologie plus large : les Produits et Systèmes Complexes (PSC). Après avoir défini les caractéristiques spécifiques des PSC et des organisations industrielles dans lesquelles ils s'inscrivent (les Organisations à Haute Fiabilité), les particularités de leurs processus de production (avec notamment leurs dimensions de complexité et d'incertitude) seront considérées. Ces éléments permettront ensuite de montrer que le Système qui fait l'objet de cette étude peut être considéré comme un PSC particulier.

1.1. Produits ou Systèmes Complexes et Organisations à Haute Fiabilité

1.1.1. Définition et rôle des Produits ou Systèmes Complexes

Dans les sociétés modernes, la place des programmes de haute technologie s'est largement développée au cours du vingtième siècle. Ceux-ci ont par exemple été définis à travers la notion des Grands Projets de Haute Technologie (GPHT) (Belleval, 2001; 2005a). L'objectif de ces GPHT est de développer, de produire et d'assurer la maintenance de « Produits et Systèmes Complexes » (PSC) (Belleval, 2001; 2002; 2005a). Sous-ensemble des immobilisations de haute technologie, les PSC jouent un rôle vital dans l'économie moderne et plus généralement dans la société (Hobday et al., 2000; Belleval, 2005b). Ils constituent la colonne vertébrale technologique de l'économie moderne (Belleval, 2005a). Leur importance dans l'économie s'est de plus particulièrement développée depuis la deuxième moitié du vingtième siècle et n'a pas diminué depuis (Belleval, 2005b). En 1995, les technologies complexes représentaient d'ailleurs 82% des 30 exportations mondiales ayant la plus grande valeur (Kash & Rycoft, 2000). Parmi les nombreuses catégories différentes de PSC, on retrouve notamment les systèmes militaires, les infrastructures civiles de taille significative,

les projets scientifiques, les logiciels, les réseaux de télécommunication ou encore les systèmes spatiaux (Hobday et al., 2000).

Les PSC correspondent littéralement aux « *Complex Products and Systems* » et sont définis de la manière suivante :

> « Les Produits et Systèmes Complexes sont des biens immobilisés quasi prototypes, dont le coût de revient est élevé et faisant appel de manière intensive à de la technologie. » (Hobday et al., 2000).

Les PSC sont en effet des systèmes quasi uniques, dont le budget varie de plusieurs millions à plusieurs milliards d'euros (Belleval, 2005a). De plus, ils utilisent largement de la technologie, une notion que l'on peut définir comme la connaissance industrielle utile qui peut être soit codifiée (brevets, marques, droits d'auteurs, manuels et dessins), soit tacite (savoir-faire, expérience) (Peeters, 2006b). Les propriétés des PSC les distinguent fondamentalement des biens d'équipement courants selon trois axes (Hobday, 1998; Davies & Brady, 2000; Hobday et al., 2000; Belleval, 2001; 2005a; 2008) :

- le nombre d'éléments *ad hoc* interconnectés de manière hiérarchique, configurés pour un client ou un marché spécifique ;
- les propriétés émergentes de l'objet lors de sa conception et sa réalisation, qui débordent d'une génération de système à l'autre en raison du nombre élevé d'événements imprévisibles générés par l'ingénierie et l'intégration ;
- l'implication directe du client dans le processus émergeant, puisque le fournisseur ne vend pas un produit, mais l'idée qu'il est capable de répondre aux attentes du client ; de fait, les clients sont donc largement impliqués pour modifier la conception du produit pendant la durée de développement mais aussi lors de sa production.

Compte-tenu de ces caractéristiques spécifiques des PSC, des organisations industrielles particulières se sont constituées pour assurer le développement et la production de ce type de produits : il s'agit des « *High Reliability Organizations* » ou Organisations à Haute Fiabilité.

1.1.2. L'organisation industrielle autour des PSC : les Organisations à Haute Fiabilité

La nature même de ces projets de haute technologie fait que des interactions multiples et inattendues peuvent se produire, celles-ci pouvant aboutir à des erreurs ou à des accidents (Perrow, 1999b; 1999a). C'est la raison pour laquelle des organisations industrielles particulières, chargées de maintenir un très haut degré de fiabilité des systèmes produits, ont émergé dans des secteurs tels que le nucléaire, l'aéronaval, le contrôle aérien ou le spatial : les « *High Reliability Organizations* » ou Organisations à Haute Fiabilité (Weick, 1987; Weick et al., 1999). Ces organisations opèrent dans un environnement politique et social difficile, riche d'erreurs potentielles, où l'échelle des conséquences ne permet pas l'apprentissage par l'expérimentation (Weick et al., 1999). Par conséquent, pour éviter des erreurs face au changement qui est source de vulnérabilité, des procédures complexes sont utilisées pour gérer une technologie qui est elle-même complexe (Weick, 1987; Weick et al., 1999). Dans ce cadre, des éléments tels que la priorité absolue donnée à la sécurité, la préoccupation par rapport à l'échec ou encore la capacité à relever de faibles signaux d'alerte, sont prépondérants dans les processus de conception et de mise en œuvre utilisés (LaPorte & Consolini, 1991; LaPorte, 1994; Weick et al., 1999; Coutu, 2003). Ainsi, ces préoccupations centrales focalisées sur la nécessité d'éviter les erreurs, expliquent que les incidents dans ce type d'organisation, spectaculaires lorsqu'ils se produisent (par exemple les accidents dans les centrales de *Three Miles Island*, Tchernobyl et Fukushima, ou encore les pertes des navettes *Challenger* et *Columbia*), restent rares par rapport aux autres secteurs industriels (Weick et al., 1999).

Au-delà des organisations industrielles particulières qui gèrent la conception et la mise en œuvre des PSC, ce sont les caractéristiques mêmes des processus de production des PSC qui diffèrent largement de celles de la production de biens courants.

1.2. Les processus de production des Produits et Systèmes Complexes

Les PSC ont donc des caractéristiques et des organisations industrielles propres qui les distinguent des biens d'équipement courants. Ces éléments confèrent également des

spécificités à leur mode de production. Après en avoir défini les caractéristiques générales, l'importance des facteurs de complexité et d'incertitude dans ce type de production[21] sera soulignée, avant d'en donner une illustration à travers l'exemple de l'émergence de nouvelles propriétés lors de la phase de production des PSC.

1.2.1. Les caractéristiques générales du mode de production des PSC

Compte-tenu des spécificités des PSC et des organisations industrielles qui les gèrent (voir *Partie 3 – 1.1. Produits ou Systèmes Complexes et Organisations à Haute Fiabilité*), ces systèmes ne peuvent pas être produits selon les pratiques traditionnelles de gestion de la production de masse (Belleval, 2002). Les PSC se caractérisent donc par un type de production particulier qui se différencie de celui des autres produits par :

- une tendance à adopter une production sous forme de projets ou de petites séries ce qui permet une forte implication du client dans les processus (Hobday et al., 2000) ;
- des cycles de vie qui peuvent s'étaler sur des décennies, le temps de réalisation des PSC pouvant s'étendre de cinq à trente ans (Belleval, 2005a) ;
- des décisions d'investissement qui peuvent prendre des mois ou des années (Hobday et al., 2000) ;
- une tendance au développement de propriétés émergentes pendant la production, quand des événements non prévus et leurs interactions se produisent (Hobday et al., 2000) ;
- l'importance des problèmes de conception et la complexité intrinsèque des PSC qui créent un ensemble très dense de tâches non routinières (Hobday & Rush, 1999) ; cette situation a pour conséquence une reconfiguration constante et un processus de prise de décision dans un environnement incertain (Belleval, 2005b).

1.2.2. L'importance des dimensions de complexité et d'incertitude dans le mode de production des PSC

[21] Les caractéristiques du mode de conception des PSC sont également particulières, mais elles ne sont pas traitées ici compte-tenu de l'objet de la recherche qui porte sur la production du Système. On peut cependant par exemple noter que les dimensions de complexité et d'incertitude sont également clés dans le mode de conception des PSC.

Deux dimensions majeures caractérisent particulièrement le processus de production des PSC : la complexité et l'incertitude. La complexité d'un produit est tout d'abord une question de degré. En effet, certains produits peuvent être caractérisés comme extrêmement complexes, incluant de nombreux sous-systèmes et composants très élaborés et adaptés à la demande, de nouvelles connaissances et de multiples boucles de rétroaction à la fois dans la conception et la production (Hobday, 2000). Mais surtout, la complexité peut à la fois être entendue comme une complexité en profondeur et comme une complexité en largeur. La complexité en profondeur se réfère à la sophistication analytique d'un sujet (complexité cognitive), tandis que la complexité en largeur se rapporte elle à la gamme des domaines qui doivent être étudiés pour développer un sujet particulier (complexité relationnelle) (Wang & Von Tunzelmann, 2000). La largeur est donc ici plus concernée par le degré d'hétérogénéité et la profondeur par le niveau de sophistication. Au niveau d'un produit, la complexité se traduit par conséquent par le nombre de composants et de sous-systèmes impliqués (complexité en largeur), mais aussi en degrés de nouveautés technologiques requis pour un produit ou un système, c'est-à-dire en termes de complexité cognitive de ses composants (complexité en profondeur) (Wang & Von Tunzelmann, 2000).

L'autre dimension fondamentale guidant les processus de production des PSC concerne l'incertitude liée à ce type d'activité. De manière générale, on peut décrire l'incertitude comme le déficit entre la quantité d'informations que possède une organisation et la quantité requise pour un certain niveau de performance (Chapman, 1998). Dans le cas des PSC, on peut relever six facteurs d'incertitude propres qui sont par ailleurs susceptibles de se combiner entre eux lors de leur mise en œuvre (Nightingale, 2000) :

- les traditions technologiques établies ;
- l'incertitude intrinsèque liée à la technologie ;
- la complexité du produit ;
- les relations systémiques entre sous-systèmes ;
- les problèmes résolus ou non créateurs de propriétés émergentes ;
- les rigidités organisationnelles.

Cette incertitude est particulièrement présente dans le secteur spatial où les contraintes extrêmes liées à l'environnement spatial, l'impossibilité de maintenir un ensemble de systèmes très vulnérable en orbite, l'absence de marchés autofinancés, le rôle clé des

motivations politiques et la place centrale des agences spatiales dans le processus innovant, s'ajoutent à la complexité inhérente de ce type de produit et créent un haut niveau d'incertitude quant aux chances de succès des systèmes les plus innovants (Belleval, 2002; 2005a).

Afin d'illustrer l'importance de ces dimensions de complexité et d'incertitude dans le mode de production des PSC, l'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles lors de leur phase de production d'un PSC va être développé. Ce processus correspond à la mise en œuvre des modifications sur le Système (voir *Partie 1 – 3. Le sujet de la recherche : les modifications et leur gestion dans la production du Système*) ou plus généralement à l'application d'évolutions techniques sur un produit (voir *Partie 3 – 2. Les évolutions techniques et leur gestion dans une production complexe*).

1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC

Etant donné les spécificités des PSC, la frontière entre leurs phases de développement et de production peut être extrêmement floue (Hobday et al., 2000). Ces systèmes continuent ainsi à se développer même après leur entrée en production et cette question sera au cœur de la recherche. Ils développent ainsi des propriétés autres que celles de la simple addition de l'ensemble de leurs parties (Weick, 1987; Le Moigne, 1990b; 1999; Weick & Roberts, 1993; Weick et al., 1999; Thiétart, 2001; Coutu, 2003). Dans ce cadre, l'étude du rôle de l'émergence de propriétés nouvelles lors de la phase de production est apparue particulièrement pertinente pour appréhender les dimensions de complexité et d'incertitude que comporte ce type de production. En effet, l'architecture complexe et incertaine des PSC rend l'émergence de nouvelles propriétés, et leur mise en œuvre à travers les modifications, d'autant plus complexe et incertaine.

Tout d'abord, la complexité du produit est par nature un facteur déterminant de l'émergence de propriétés nouvelles lors de la production (Hobday et al., 2000; Belleval, 2001). Une production de long-terme d'un système complexe est de fait à l'origine de multiples

modifications puisque, ce type de produit étant souvent fait à la demande et n'ayant généralement jamais été produit auparavant, de nombreuses caractéristiques de ces systèmes peuvent être adaptées (Reidelbach, 1991). De plus, si la complexité d'un système entraîne l'émergence de nombreuses évolutions au cours de sa production, cette complexité a également une influence lors de la mise en œuvre concrète des modifications. La notion de complexité entraîne généralement la présence d'un nombre important de composants étroitement liés ou étroitement couplés, ce qui augmente la possibilité qu'une évolution sur un composant produira des évolutions sensibles sur d'autres composants. De ce fait, les conséquences de ces changements sont d'autant plus importantes que le produit est complexe. Cette situation crée de potentielles et coûteuses boucles de conception rétroactives, où des changements mineurs ont des effets disproportionnés dans le processus d'innovation (Perrow, 1999b; 1999a; Nightingale, 2000).

Au-delà de la complexité du produit, l'incertitude entourant les processus de production du système complexe influence le rôle que tiennent les modifications dans les organisations produisant des PSC. En effet, l'incertitude est source d'opportunités de changement (par exemple à la suite de demandes du client non prévues) et/ou de nécessités de changement (par exemple avec la survenue d'obsolescences non anticipées). Plus cette incertitude sera forte et plus la définition du produit sera soumise à des possibilités d'évolutions. L'influence de l'incertitude sur la place des modifications dans la production est également multipliée par un autre facteur : la longueur du cycle de production. Les conséquences de la mise en œuvre des modifications sont généralement beaucoup plus importantes dans un cycle de production long (Reidelbach, 1991). En effet, la longueur du cycle de production multiplie inévitablement les opportunités et les nécessités de changement dans un environnement incertain. Conjugué au fait que le produit soit déjà entré en phase de production et qu'il est donc soumis aux nombreuses contraintes de celle-ci, les modifications approuvées peuvent donc avoir des impacts énormes particulièrement sur une production de long-terme (Reidelbach, 1991).

La description des caractéristiques spécifiques des PSC, de leur organisation industrielle et de leur mode de production, permet de montrer que le Système produit par l'Entreprise peut, dans une certaine mesure, être assimilé à un PSC.

1.3. Le Système et les Produits ou Systèmes Complexes

1.3.1. Le Système en tant que Produit ou Système Complexe

Après avoir présenté la littérature sur les PSC, il est maintenant possible d'appréhender le Système au regard des éléments clés de ce type de produits et ainsi de définir dans quelle mesure le Système peut être considéré comme un PSC. Tout d'abord, les caractéristiques et le mode de production du Système font qu'il correspond largement aux PSC tels qu'ils ont été définis dans la littérature (*Partie 3 – 1.1.1. Définition et rôle des Produits ou Systèmes Complexes*). D'une part, les caractéristiques du Système permettent de le considérer comme un PSC (voir *Partie 1 – 2.3. Présentation du Système : un produit en constante évolution*) :

- le Système est un produit qui contient un nombre très élevé d'éléments *ad hoc* interconnectés ;
- il fait largement appel à la haute technologie, puisque les techniques employées pour la production du Système sont à la pointe de la science ;
- il a un coût de revient élevé puisque le coût de production du Système se chiffre en dizaines de millions d'euros ;
- c'est un bien quasi-prototype car, s'il existe bien une version standard du Système avec le Système-A, on peut cependant considérer chaque produit comme unique.

D'autre part, au-delà des caractéristiques propres du Système, le mode de production de celui-ci correspond lui aussi largement à celui d'un PSC (voir *Partie 3 – 1.2.1. Les caractéristiques générales du mode de production des PSC*). En effet, on retrouve pour le Système les caractéristiques particulières de la production des PSC (voir *Partie 1 – 2.3. Présentation du Système : un produit en constante évolution*) :

- une production en petites séries (quelques systèmes produits par an) qui favorise une implication forte du client dans le processus ;
- un cycle de vie long, le développement ayant débuté dans les années 1980 et la production devant se poursuivre jusque dans les années 2020 ;
- des décisions d'investissement longues à prendre puisqu'elles impliquent de nombreux acteurs (les acteurs privés comme l'Entreprise, le Client A et les autres industriels ; les acteurs publics comme le Client B et le Client C ou encore les Ministères concernés) ;

- le développement de propriétés émergentes pendant la production avec la question de la mise en œuvre des modifications (voir *Partie 1 – 3. Le sujet de la recherche : les modifications et leur gestion dans la production du Système*) ;
- un ensemble très dense de tâches non routinières (voir par exemple l'adaptation constante des opérateurs face à la survenance d'événements non prévus, comme pour l'intégration de circuits fonctionnels spécifiques du Système (Ghélardi, 2009a)).

Le Système, de par ses caractéristiques et son mode de production, peut donc être assimilé à un PSC. D'ailleurs, parmi les nombreuses catégories de PSC qui ont été identifiées, on retrouve les systèmes spatiaux (Hobday et al., 2000; Belleval, 2002; 2005a). Ceux-ci incluant les lanceurs spatiaux (civils et militaires) et les différentes gammes de satellites, le Système rentre donc dans cette catégorie de PSC. Le Système correspond donc à un PSC et, par conséquent, c'est en considérant les éléments spécifiques de ce type de produit que sera développée la recherche. Cependant, certaines caractéristiques spécifiques des produits spatiaux et du Système font que ce dernier doit être considéré comme un PSC particulier.

1.3.2. Le Système, un Produit ou Système Complexe particulier

Les éléments qui rendent le Système spécifique par rapport aux autres PSC sont de deux ordres : des caractéristiques particulières liées aux systèmes spatiaux en général d'un côté et des traits propres au Système lui-même. En premier lieu, si les systèmes spatiaux constituent une catégorie à part entière des PSC, cela ne les empêche pas d'avoir des caractéristiques spécifiques qui les distinguent des autres PSC (Belleval, 2005a) :

- l'impossibilité de les tester *in situ* avant recette définitive ;
- l'absence de modèles physiques fiables qui permettent de simuler certains paramètres cruciaux ;
- des tests au sol partiels qui ne prennent pas en compte l'absence de gravité sur des éléments critiques que sont notamment les systèmes mécaniques et les fluides.

En second lieu, certains éléments propres au Système font de lui un PSC particulier. Ces caractéristiques spécifiques sont de deux types. Ils correspondent d'une part à l'échelle de la

série produite et, d'autre part, à l'échelle de temps d'utilisation. Premièrement, le niveau de production du Système est particulier pour un PSC. En effet, il ne s'agit pas de la production d'exemplaires ou d'infrastructures uniques ou quasi-uniques, comme cela peut être le cas pour d'autres PSC tel que le réacteur nucléaire à fusion ITER (« *International Thermonuclear Experimental Reactor* »). De plus, le niveau de production du Système ne correspond pas non plus à la mise en œuvre d'un nombre limité de produits ou d'infrastructures étalée sur plusieurs décennies, comme dans le cas de la construction de porte-avions ou de centrales nucléaires. L'échelle de production du Système se situe en effet à un nombre régulier de quelques produits par an, ce qui constitue un niveau élevé pour ce type de systèmes[22]. Deuxièmement, l'échelle de temps d'utilisation du Système est également particulière par rapport aux autres PSC. Ces derniers sont, le plus souvent, développés et utilisés sur de longues périodes de temps. C'est notamment le cas des projets scientifiques ou des réseaux de télécommunications dont l'exploitation peut s'étendre sur plusieurs décennies. Dans le cas du Système, si la phase de développement reste longue, celui-ci a une phase d'exploitation relativement courte par rapport aux autres PSC. On peut, dans ce sens, le considérer comme un consommable.

Si l'on retrouve donc la plupart des caractéristiques des PSC pour le Système (voir *Partie 3 – 1.3.1. Le Système en tant que Produit ou Système Complexe*), ces éléments spécifiques font que l'on se retrouve dans une configuration tout à fait spécifique pour le Système. C'est en cela que le Système peut être défini comme un PSC particulier.

1.4. Le choix d'une étude de la production du Système dans une perspective économique

Le Système est donc un PSC particulier. Ce constat ouvre des horizons intéressants pour la recherche à la fois d'un point de vue industriel (compréhension des logiques à l'œuvre dans la production du Système en tant que PSC particulier), mais aussi d'un point de vue théorique (appréhension des caractéristiques d'un PSC particulier à travers une étude de cas). Dans ce sens, différentes perspectives de recherche pouvaient être envisagées. D'un côté, par rapport à

[22] Ce niveau de production reste cependant très inférieur à une production traditionnelle de biens courants.

la question du contrôle des caractéristiques techniques du Système, que ce soit au regard de son mode d'organisation industrielle (par exemple le niveau de fiabilité demandé sur ce type particulier de PSC) ou encore dans les processus particuliers de production (par exemple le degré de qualité considéré dans le cas du Système). Le Système ayant été qualifié avec certaines caractéristiques techniques, il faut ainsi vérifier que l'impact d'une modification maintiendra l'interchangeabilité de la configuration, c'est-à-dire que la nouvelle situation engendrée par l'application de la modification répondra aux mêmes critères que ceux qui ont été qualifiés précédemment. D'un autre côté, au regard de la prise en compte de la dimension économique et du contrôle des coûts dans la situation d'un PSC particulier. Or, la présentation du contexte industriel actuel auquel fait face l'Entreprise a notamment permis de mettre en évidence un environnement économique de plus en plus contraignant remettant en perspective le contrôle des coûts d'un certain nombre d'activités dans la production du Système (voir *Partie 1 – 4. 1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*). C'est la raison pour laquelle cette étude s'est située dans le champ du contrôle économique[23] de la production.

Le contrôle économique, et en particulier l'appréhension des coûts, est d'ailleurs l'une des questions qui a été développée dans la littérature sur les PSC. Historiquement, ces derniers se distinguaient par le non respect chronique de leur cahier des charges avec des performances non conformes aux spécifications initiales, des retards importants à la livraison et surtout des dépassements quasi systématiques des budgets qui avaient une finalité quelquefois difficile à justifier (Nightingale, 2000; Belleval, 2004; 2005a). Cela a particulièrement été le cas pour l'appréhension du coût de ce type de systèmes :

> « Le caractère secondaire que revêt la question du coût fait que ce facteur est souvent considéré comme une variable d'ajustement au regard des spécifications techniques. […] L'activité spatiale, où le marché est le plus souvent une variable secondaire, en est l'illustration : on peut même qualifier un tel tropisme de tradition. » (Belleval, 2005a).

Cependant, ces dépassements budgétaires sont devenus politiquement inacceptables en ce début de vingt-et-unième siècle. D'une part dans un contexte de volonté politique de maîtriser

[23] Le terme « économique » est entendu ici au sens large, c'est-à-dire évaluatif d'une valeur créée comme réponse à un système d'objectifs et de contraintes (Lorino, 2002).

les dépenses de l'Etat et, d'autre part, en raison des exigences sans cesse accrues de rentabilisation des capitaux investis sur des projets à financement privé (Belleval, 2004; 2005b). Par conséquent, la question du contrôle économique des PSC s'est particulièrement accrue ces dernières années et cela s'est également traduit dans le cas de la production du Système par l'Entreprise (voir *Partie 1 – 2. Le contexte organisationnel de la production du système*).

Ce contexte a ainsi remis en perspective la dimension économique effectué dans ces activités de production. Cela constitue la raison essentielle du choix d'une étude de la production d'un système complexe dans cette perspective. Le choix de focaliser ensuite cette recherche sur l'activité particulière de la gestion des modifications a ensuite été effectué à partir de l'émergence de la question de recherche autour de cette activité (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*), mais aussi compte-tenu des éléments développés à cet égard dans la littérature sur les PSC (voir *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC*). Par conséquent, c'est vers l'étude de la gestion économique des modifications que s'est orientée la recherche et ce en particulier à travers le prisme de l'outil de gestion au cœur de la question de recherche : la « modification sans coût » (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Après avoir situé la recherche par rapport à son environnement particulier (la production d'un système complexe), le sujet de la recherche (la gestion économique des modifications) va maintenant être positionné par rapport à la littérature existante.

2. LES EVOLUTIONS TECHNIQUES ET LEUR GESTION DANS UNE PRODUCTION COMPLEXE

Les modifications (ou évolutions techniques[24]) sont des éléments typiques des PSC. En effet, l'émergence de propriétés nouvelles lors de la conception et de la mise en œuvre est l'une des caractéristiques de ce type de produits (voir *Partie 3 – 1. Le domaine industriel de la recherche : les Produits ou Systèmes Complexes*). C'est également le cas pour le Système puisque des dizaines de modifications sont appliquées sur chaque nouvel exemplaire produit (voir *Partie 1 – 3.1. Les modifications dans la production du Système*). La notion de « modification » étant à l'origine de la question de recherche, la revue de littérature s'attachera à présent à définir les concepts d'« évolutions techniques » et de « gestion des évolutions techniques », et à leur inscription dans le contexte de la production du Système et à leur appréhension économique.

2.1. Les évolutions techniques et leur appréhension à travers le processus de gestion des évolutions techniques

La fin de la phase de conception d'un système et le début de sa phase de production peuvent marquer une certaine stabilité dans la définition des caractéristiques du produit. Cependant, tout au long du processus de production et en raison d'événements variés, de nouvelles propriétés peuvent émerger et faire évoluer cette définition, notamment dans le cas des PSC : ce sont les évolutions techniques.

2.1.1. Définition de la notion d'évolution technique

Le développement de propriétés émergentes en phase de production correspond dans la littérature à la notion d'« évolutions techniques » ou « *engineering changes* » (Diprima, 1982; Reidelbach, 1991; Wright, 1997). Ce concept a notamment été défini de la manière suivante (Wright, 1997) :

[24] Ces deux termes seront par la suite utilisés de manière synonyme dans cette étude.

> « Une évolution technique est un changement, apporté par rapport au référentiel initial, sur un composant, un équipement ou une partie d'un produit après que celui-ci soit entré en production. »

La notion d'évolution technique implique l'idée d'un changement entre un état initial avec certaines caractéristiques et un état final où au moins une partie de ces caractéristiques aura été changée (Reidelbach, 1991). Ce changement fait ainsi évoluer le référentiel du produit, puisque ses caractéristiques se trouvent modifiées à la suite de la mise en œuvre de l'évolution technique. Ce type d'événement peut intervenir tout au long du cycle de vie d'un produit. Le nombre des évolutions mises en œuvre lors de la phase de production (Wright, (1997), qui sont au cœur de la présente recherche, peuvent ainsi se maintenir à un niveau élevé même après l'entrée du produit sur le marché (Saeed et al., 1993). Cela est notamment le cas pour les PSC (voir *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC*). Cette situation s'explique notamment par le fait que les acteurs de l'organisation peuvent proposer et mettre en œuvre des évolutions techniques dans le but de répondre à divers objectifs (Saeed et al., 1993) :

> « Les évolutions techniques permettent de répondre à de multiples demandes de changement sur le produit et dans les processus : des corrections d'erreurs détectées, des perfectionnements permettant des réductions de coûts, des améliorations de la qualité […] ou encore des réponses à des demandes des clients. »

Afin de pouvoir gérer la mise en œuvre de ces changements, et d'assurer plus particulièrement le contrôle de leurs impacts, il est nécessaire de développer et de mettre en place des processus spécifiques au niveau organisationnel. C'est dans ce sens qu'apparaît la notion de « gestion des évolutions techniques » qui est également définie dans la littérature.

2.1.2. Le processus de mise en œuvre des évolutions techniques : la gestion des évolutions techniques

Pour faire face à la survenance de ces changements, l'organisation met donc systématiquement en place des processus de gestion de ces évolutiontechniques : il s'agit de

la notion de « gestion des évolutions techniques » (ou « e*ngineering change process* ») (Reidelbach, 1991). Le processus de gestion des évolutions techniques a en effet été identifié comme le principal moyen pour modifier un produit de manière contrôlable, coordonnée et méthodique (Saeed et al., 1993). Cela se traduit tout d'abord par l'évaluation des impacts du changement proposé et la coordination de sa mise en œuvre à travers un processus de gestion des évolutions techniques qui doit notamment assurer (Reidelbach, 1991) :

- la détermination des conditions d'application sur chaque matériel ou composant ;
- l'initiation des nécessaires nouveaux achats ou commandes ;
- l'annulation ou la modification des achats ou des commandes courantes ;
- la fourniture des dessins techniques modifiés destinés à être distribués ;
- la soumission de la proposition de changement pour l'entrée dans la nouvelle configuration ;
- la coordination des efforts au niveau de la production dans le contrôle pour appliquer la modification sur l'ensemble des documents nécessaires ;
- le suivi des coûts de la modification pour assurer que le nouveau coût du produit est pertinent ;
- la détermination de la stratégie choisie pour les éléments rendus obsolètes par le changement (réutilisation, rebut, …) ;
- la vérification que l'ensemble des obligations non-contractuelles de production (mise à jour des manuels techniques, liste des équipements de rechange et aides à la formation) sont remplies.

La vérification de la pertinence de l'évaluation du changement et du respect des normes de ce processus s'accomplit ensuite au cours des nombreux contrôles présents dans la gestion des évolutions techniques et à travers les nombreuses autorisations requises aux différents stades de la demande (Saeed et al., 1993). Dans ce sens, la gestion des évolutions techniques regroupe l'ensemble des processus et des commissions impliquées à un moment ou à un autre du processus. Elle définit les règles, les méthodes et les moyens à mettre en œuvre pour examiner les demandes, les évaluer, prendre les décisions adéquates et les appliquer sur le produit et/ou sa documentation. Compte-tenu du fait que l'activité de gestion des évolutions techniques encapsule une complexité considérable, le principal objectif lié aux processus de gestion de configuration est le maintien d'un haut niveau de contrôle pour réduire les risques (Saeed et al., 1993). Mais ceux-ci doivent également permettre d'exercer un contre-pouvoir

pour filtrer les changements non-nécessaires. Ainsi, alors que le volume d'évolutions techniques crée peut être exponentiellement égal au nombre d'ingénieurs employés, cette situation fait que très souvent une évolution technique d'une utilité marginale pour l'entreprise a la possibilité de s'imposer dans le processus de gestion de la production (Diprima, 1982; Reidelbach, 1991). Dans cette perspective, l'un des principaux moyens d'action est donc de faire en sorte d'éviter l'autorisation et la mise en œuvre d'évolutions non-nécessaires à travers un organisme de filtrage.

Des questions inhérentes à la gestion des évolutions techniques peuvent se poser systématiquement dans les organisations, comme par exemple la pertinence et l'efficacité des processus mis en place, bien que la complexité de ceux-ci rend souvent difficile la génération d'améliorations globales. Cependant, ces organisations font souvent face à des problématiques particulières étant donné que les dynamiques des processus de gestion des évolutions techniques sont spécifiques à chaque produit et à chaque organisation (Saeed et al., 1993).

2.2. Les évolutions techniques et leur gestion dans le cas de la production du Système

Les concepts de « modification » et de « gestion des modifications » de la littérature ont une grande proximité avec ceux qui sont utilisés dans l'Entreprise. En ce qui concerne les modifications mises en œuvre sur le Système, on retrouve en particulier l'idée majeure du concept d'« évolution technique », à savoir le changement dans la définition du produit par rapport à une situation initiale. Pour la gestion des modifications dans la production du Système, c'est la fonction de contrôle des implications (techniques et économiques) liées au changement, définie dans la littérature sur les évolutions techniques, qui est partagée à travers les processus mis en place par l'Entreprise.

Cependant, certaines caractéristiques spécifiques liées à la production du Système font que ce qui est considéré dans l'Entreprise comme une « modification » dans l'Entreprise peut présenter des caractéristiques spécifiques par rapport au concept d'« évolution technique » défini dans la littérature. En effet, si les modifications correspondent le plus souvent aux

évolutions techniques, cela n'est pas systématiquement le cas. Par exemple, les adaptations du Système par rapport à la mission spécifique définie par les clients sont appelées modifications dans l'organisation (voir *Partie 4 – 1.4. Les justifications des demandes de modifications*). Or, pour ces modifications dites de « missionisation », il ne s'agit pas de faire évoluer un produit d'un état à un autre, mais de l'adapter à un usage spécifique :

> « Pour chaque Système, il est nécessaire d'adapter le produit à sa mission spécifique. Ces évolutions n'ont pas une portée générale. Elles correspondent simplement à une adaptation nécessaire et spécifique du produit à sa mission. Cependant elles sont aujourd'hui traitées à travers le processus de gestion des modifications car c'est que c'est le seul moyen existant à l'heure actuelle pour mettre en œuvre les spécificités liées à la mission. » (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a).

Ce type de modifications ne correspond donc pas à un véritable changement du référentiel tel qu'il est défini dans le concept d'« évolution technique », mais plutôt à une simple adaptation du produit. Elles s'appliquent en effet seulement à l'exemplaire considéré et non à la définition générique du produit (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a; 2010). De manière plus générale, l'organisation distingue les modifications génériques (celles modifiant la définition de tous les futurs produits à réaliser au-delà du premier rang d'application) des modifications non génériques (celles dont le domaine d'application est restreint à un certain nombre de produits) (Client A & Client C, 2000). Ce sont donc ces dernières qui ne correspondent pas aux évolutions techniques déterminées dans la littérature. De même, il faut noter que le processus de gestion des évolutions techniques défini dans la littérature est également plus restrictif que celui de gestion des modifications utilisé dans l'Entreprise. En effet, ce dernier est utilisé pour traiter des cas de figures plus larges que les seuls changements dans la définition du produit, puisque les modifications non-génériques sont elles aussi traitées à travers le processus de gestion des modifications :

> « Les processus de gestion de configuration sont utilisés pour des demandes qui ne correspondent pas tout à fait à de véritables modifications, comme les évolutions liées à la missionisation du Système. » (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a).

Malgré les différences qui viennent d'être présentées entre les concepts d'« évolution technique » et de « gestion des évolutions techniques » et l'utilisation des termes de « modification » et de « gestion des modifications » dans l'Entreprise, ces notions seront, compte-tenu de leur proximité et par souci de clarté, utilisées de manière synonyme dans la suite de l'étude. Cette assimilation fournit un cadre théorique pour l'appréhension des modifications et de leur gestion dans le cas de la production du Système.

Dans cette perspective, la complexité et l'incertitude liées à l'émergence de propriétés nouvelles sur les PSC (voir *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production de PSC*) posent des questions à la fois par rapport à la gestion technique des évolutions (l'appréhension de l'ensemble des impacts potentiels, l'application correcte sur le produit et sur sa documentation, le maintien de la qualité du système, …), mais aussi au regard de leur gestion économique (évaluation des coûts, établissement d'un rapport coûts/bénéfices, contrainte du flux entrant par la dimension économique, identifications des moyens de financement, …). Alors que l'étude des moyens nécessaires au contrôle des évolutions a été peu développée dans la littérature (Saeed et al., 1993), l'activité de mise en œuvre des propriétés émergentes d'un PSC à travers l'application d'évolutions techniques est un élément d'analyse particulièrement intéressant en termes de contrôle économique et d'appréhension des coûts. La question du contrôle économique et de l'appréhension des coûts du Système se pose de manière spécifique à propos des modifications et en particulier de la compréhension de la notion de « modification sans coût ». C'est la question qui sera à présent évoquée dans cette revue de littérature.

2.3. La nature du coût des modifications pour un PSC et dans la production du Système

Si la littérature sur les PSC souligne l'importance de l'émergence de propriétés nouvelles dans la conception et l'utilisation de ces produits, la prise en compte des coûts liés à leur gestion et à leur mise en œuvre n'y est pas directement abordée (voir *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC*). Dans cette situation, il apparaît important de pouvoir caractériser la nature du coût de ces évolutions techniques.

La détermination et l'analyse des coûts, qui sont des points essentiels du contrôle de gestion (N'Gahane & De Rongé, 1996; De Rongé, 2000), peuvent être envisagées selon deux perspectives. Premièrement celle de la comptabilité générale, qui permet de saisir les consommations de ressources et recense les charges classées par nature en vue d'élaborer un compte de résultat (Cohen, 2001). Deuxièmement celle de la comptabilité de gestion, qui mesure les coûts, les marges et les rentabilités pertinents pour le pilotage de l'entreprise (Bouquin, 2011), notamment à travers un classement des charges par destination, c'est-à-dire leur ventilation en fonction des objets de coûts (biens, services, activités, …) qu'elles contribuent à produire (Cohen, 2001). Cette recherche se situe dans une perspective de comptabilité de gestion, de manière à pouvoir appréhender et analyser la « modification sans coût ». D'une manière générale, le coût correspond à une utilisation de ressources humaines et matérielles dans le cadre d'une activité définie. Elle a par conséquent un impact économique négatif pour l'organisation, à l'opposé d'un prix de vente qui constitue un impact positif (Dervaux & Coulaud, 1986; De Rongé, 2000; Dupuy, 2000; Demeestère et al., 2009). La détermination du coût d'un produit résulte ensuite souvent d'un traitement complexe des données élémentaires de coût (Demeestère et al., 2009). La détermination de la nature du coût est spécifique aux organisations et aux objets de coût considérés. Ce constat s'applique notamment à l'objet de coût que constitue la « modification » et donc à la compréhension et l'évaluation des coûts des évolutions lors de la production du Système.

Dans ce cadre, la définition et les caractéristiques des PSC décrites dans la littérature permettent de proposer une interprétation de la nature du coût des modifications sur ces produits complexes, que ce soit pendant la phase de développement ou lors de la phase de production des PSC. Lors de la phase de conception (ou en début de production, étant donné que la frontière n'est pas nécessairement claire dans le cas des PSC) et compte-tenu du caractère unique du produit, le nombre des évolutions appliquées influence le coût des modifications[25]. Ainsi, plus il y a d'évolutions, plus le coût des modifications est important pour le produit[26]. La prise en compte de la nature du coût des modifications est cependant

[25] La nature du coût des modifications est considérée ici non par rapport au niveau de production, mais au regard du nombre d'évolutions autorisées. Ce positionnement est déjà justifié par la faiblesse de l'échelle de production dans le cas des PSC qui rend cette dimension relativement moins significative. Mais surtout, il est fondé sur les significations développées par les acteurs de l'Entreprise autour de la « modification sans coût » qui font ressortir un débat autour de la nature du coût de l'activité de gestion des évolutions en fonction du nombre de modifications autorisées.

[26] Il faut néanmoins nuancer cette affirmation puisque certains coûts peuvent tout de même être considérés comme déjà engagés. C'est le cas par exemple des coûts de maintenance des structures informatiques liées à la gestion des modifications.

différente lorsque l'on considère la phase de production du PSC hors démarrage, c'est-à-dire dans la période de maturité du produit. Pendant cette période, la question de la nature de ce coût reste posée. En effet, l'émergence de propriétés nouvelles étant caractéristique des PSC (voir Partie 3 – 1. Le domaine industriel du terrain de recherche : les Produits ou Systèmes Complexes), les ressources nécessaires à leur mise en œuvre sont généralement intégrées dans la structure organisationnelle et donc dans la structure des coûts. C'est le cas par exemple pour le dimensionnement des équipes d'ingénierie chargées de traiter les évolutions qui est défini avant l'application des modifications[27]. Ces ressources étant prévues dans la structure des coûts, elles ne varieront donc pas selon le nombre de modifications autorisées. Cependant, certaines conséquences économiques additionnelles liées aux évolutions peuvent survenir, notamment si la mise en œuvre des modifications a des impacts sur les coûts d'achat ou sur les stocks disponibles. De même, des coûts supplémentaires liés à des modifications spécifiques non prévues initialement peuvent faire que le coût des évolutions pourra varier en fonction du nombre de modifications appliquées.

La littérature sur les PSC ne permet donc pas d'être affirmatif sur la nature du coût des évolutions pour la production d'un PSC. Le Système ayant été assimilé à un PSC, il n'est donc pas possible de déterminer la nature du coût des évolutions sur ce produit et de proposer une analyse de la « modification sans coût » à partir de cette seule base. Dans cette situation, il est nécessaire de rechercher un cadre théorique permettant d'appréhender cet outil. La recherche-action effectuée donnera l'opportunité de mettre en avant le fait que la nature des ressources nécessaires à la mise en œuvre des évolutions est appréhendée de différentes manières selon les acteurs de l'Entreprise considérés (voir *Partie 4 – 3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »*). Si, pour certains d'entre eux, celles-ci sont intégrées dans les structures de coûts, pour d'autres cela n'est pas nécessairement le cas (voir *Partie 4 – 3.4.2. Eléments d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »*). Par conséquent, le coût des modifications dans la production du Système peut être appréhendé de manière différente selon le regard porté par l'observateur, son modèle d'analyse de référence et donc selon les acteurs de l'Entreprise considérés. Dans cette situation, l'importance du référentiel de sens mobilisé par chaque catégorie d'acteurs conduira logiquement à écarter les approches de type rationaliste (existence d'une vérité de gestion

[27] Certains coûts additionnels peuvent cependant survenir si la mise en œuvre de la modification a un impact sur les coûts d'achat ou sur les stocks disponibles.

fondée sur la correspondance exacte avec une réalité objective) et à choisir la théorie de l'acteur-réseau comme cadre théorique pour répondre à la question de recherche.

3. A LA RECHERCHE D'UN CADRE THEORIQUE POUR APPREHENDER LA « MODIFICATION SANS COUT » DANS UNE PERSPECTIVE DE GESTION ECONOMIQUE DES COUTS DES EVOLUTIONS TECHNIQUES

Les précédentes parties ont permis de situer l'environnement de la recherche (une production complexe de haute-technologie) ainsi que la perspective de recherche choisie (la gestion économique des évolutions techniques) dans la littérature existante. Pour répondre à la question de recherche (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*), il est maintenant nécessaire de rechercher un cadre et des outils théoriques pouvant permettre d'appréhender l'outil de gestion « modification sans coût ».

3.1. L'inadéquation des perspectives rationalistes en comptabilité de gestion pour cette recherche et dans l'appréhension de l'outil de gestion « modification sans coût »

De manière générale, l'outil de gestion est orienté fondamentalement vers la mesure du coût d'un produit ou vers la recherche des causes expliquant globalement pourquoi ce que l'on a prévu n'a pas été réalisé au niveau d'un centre d'analyse (Giard, 1988; Giard & Midler, 1993). Dans cette perspective, de multiples courants théoriques présents dans la littérature en général, et dans celle en comptabilité de gestion en particulier, pouvaient être envisagés. Le premier cadre théorique envisageable concernait ainsi l'utilisation de l'un des courants rationalistes de la comptabilité de gestion. Cependant, cette perspective d'analyse ne se révèlera pas la plus adéquate pour appréhender la « modification sans coût ». Ce constat se fonde sur quatre éléments clés des théories rationalistes :

- l'outil de gestion en tant que résultat d'une décision délibérée ;
- la considération de l'outil de gestion comme une représentation neutre de la réalité ;
- l'indépendance de l'outil de gestion par rapport au contexte dans lequel il évolue ;
- l'indépendance de l'outil de gestion vis-à-vis des acteurs qui l'utilisent.

3.1.1. L'outil de gestion comme résultat d'une décision délibérée

Les théories rationalistes considèrent les outils de gestion comme le résultat d'une décision prise délibérément par des acteurs qui sont souvent des managers (Moisdon, 1997b; Gilbert, 1998; Perez et al., 2005; Martineau, 2009). L'outil de gestion défini par cette décision est ensuite mis en œuvre dans le but de développer une stratégie et des pratiques particulières dans l'organisation (Perez et al., 2005). Les théories rationalistes soulignent donc le caractère délibéré de l'outil de gestion et son inscription dans une stratégie spécifique voulue par les acteurs ayant défini cet outil. Elles ne considèrent donc pas la possibilité de l'émergence des outils de gestion à partir des pratiques à l'œuvre dans l'organisation. Or, cette éventualité caractérise précisément la « modification sans coût » dans l'activité de gestion des évolutions techniques (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain* et *Partie 4 – 3.3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*).

La « modification sans coût » est en effet un outil complexe qui n'est pas seulement révélateur du suivi des coûts de la gestion des modifications, mais aussi de la maîtrise du flux des demandes dans cette activité ou encore de la prépondérance accordée au maintien de la qualité du Système[28]. C'est d'ailleurs cette complexité qui rend la caractérisation de la « modification sans coût » difficile. L'outil de gestion « modification sans coût » n'est donc pas le fruit d'une décision délibérée ou d'une intention managériale, mais elle a émergé à partir des pratiques de la gestion des modifications jusqu'à devenir relativement incontrôlable dans l'organisation (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Cette caractéristique du terrain de recherche est élément clé qui rend inadéquat l'utilisation d'un courant rationaliste comme cadre théorique de cette recherche.

3.1.2. L'outil de gestion en tant que représentation neutre de la réalité

Dans les théories rationalistes en comptabilité de gestion, qui sont le plus souvent liées à des approches épistémologiques positivistes, on suppose que les managers sont confrontés à une réalité objectivement connaissable et vérifiable empiriquement, où l'attention est principalement dirigée vers une meilleure connaissance et une meilleure représentation de

[28] Au-delà de ces dimensions, la discussion reviendra plus largement sur les multiples niveaux de lecture auquel renvoie la « modification sans coût » (voir Partie 5 – *2. La « modification sans coût », une boîte noire intégrant de multiples dimensions*).

cette réalité (Boland & Pondy, 1983; Covaleski & Dirsmith, 1990; Grimand, 2006; Bouquin, 2011). Dans cette perspective, le statut de l'outil de gestion est appréhendé à partir d'un point de vue représentationniste : l'outil est le reflet d'une réalité qu'il représente. Sa pertinence lui vient de sa fidélité ou de son exactitude dans la représentation et la reproduction de la réalité (Lorino, 2002; Grimand, 2006; Vollmer, 2007). Cela favorise en parallèle l'idée que les informations de gestion utilisées quotidiennement représentent, à un certain niveau, des réalités économiques (Moisdon, 1997b; Lorino, 2002; Grimand, 2006; Vollmer, 2007).

Etant donné qu'ils sont la représentation fidèle et exacte de la réalité, les outils de gestion produisent ensuite des conséquences pratiques de façon prédictible. En effet, ils sont supposés induire, de par leur structure et de manière déterministe, des comportements ou des types d'action clairement spécifiés (Lorino, 2002). Cette perspective se traduit par des outils passifs et essentiellement techniques au regard de ce qui est considéré comme un impératif économique donné et évident (Ogden, 1995), ainsi que par une vocation à soutenir une régulation et une évolution rationnelles des organisations visant efficacité et efficience (Bitton & Doumeingts, 1990; Moisdon, 1997b; Gilbert, 1998; Justin, 2004; Perez et al., 2005; Martineau, 2009). Dans les courants rationalistes, les outils de gestion peuvent être de ce fait considérés comme des outils économiquement neutres (Lorino, 2002; Justin, 2004) et de simples techniques permettant aux managers de développer, par leur intermédiaire, des pratiques dans l'organisation.

Dans cette situation, les courants rationalistes n'apparaissent pas comme les plus adaptés à la démarche de recherche et à l'étude de l'outil « modification sans coût ». Tout d'abord, le positionnement épistémologique choisi pour cette étude s'inscrit dans une perspective où le caractère représentationnel de l'outil de gestion n'est pas lié à une représentation fidèle ou exacte de la réalité, mais à sa capacité à comprendre et à transformer les situations (voir *Partie 2 – 1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme*). Surtout, la « modification sans coût » n'est ni une représentation neutre de la réalité, ni un outil passif visant à soutenir une évolution rationnelle de l'organisation. En effet, celle-ci a différentes significations dans l'organisation (voir *Partie 4 – 3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »*) et n'est ainsi pas la représentation d'une réalité où, par exemple, la gestion des modifications n'entraînerait pas la consommation d'un certain nombre de ressources (voir *Partie 4 – 3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification »*). Cet outil de gestion n'est de plus pas destiné à servir une stratégie particulière (par exemple une

évolution rationnelle) visant l'établissement de certaines pratiques et dans lequel il serait une simple technique passive neutre. Cela rend les conséquences pratiques liées à la « modification sans coût » non prédictibles et non déterminées. Ces différences majeures avec les caractéristiques des approches rationalistes rend difficile l'utilisation de ce type de perspective pour cette recherche.

3.1.3. L'indépendance de l'outil de gestion par rapport au contexte

Par ailleurs, dans les perspectives rationalistes les outils de gestion sont généralement considérés comme indépendants du contexte organisationnel dans lequel ils s'inscrivent (Lorino, 2002; Justin, 2004; Grimand, 2006; Martineau, 2009). Ces outils n'ont ainsi ni besoin d'être contextualisés, ni d'être appropriés, puisqu'ils s'imposent à l'organisation et à ses acteurs (Grimand, 2006). Cette relation entre les outils de gestion et le contexte de l'organisation semble également rendre les courants rationalistes inadéquats par rapport au terrain de recherche et cela pour deux raisons issues des données du terrain. Premièrement, la naissance et le développement de la « modification sans coût » sont étroitement liés au contexte particulier de l'activité de gestion des modifications dans l'Entreprise (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Deuxièmement, la « modification sans coût » a largement évolué depuis son origine et continue de le faire encore aujourd'hui en raison notamment de l'influence du contexte historique, institutionnel et culturel (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*, *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration* et *Partie 4 – 4. Le plan de transformation proposé dans la gestion de configuration et la proposition d'une nouvelle compréhension des coûts des évolutions*). Par conséquent, le choix de ce type d'approche n'apparaît pas comme le pertinent dans le cadre de cette recherche.

Il faut cependant préciser que certains courants rationalistes ont remis partiellement en cause cette indépendance des outils de gestion par rapport à leur contexte. C'est le cas de la théorie de la contingence qui prend en considération l'influence des caractéristiques de l'environnement sur l'organisation en général et sur la manière dont sont mis en œuvre les outils de gestion en particulier (Burns & Stalker, 1961; Lawrence & Lorsch, 1967). Ces

facteurs rendent contingents les structures organisationnelles et les outils de gestion en fonction du contexte dans lequel ils opèrent (Mintzberg, 1979). Dans cette vision, l'identification de « *best practices* » dans un environnement organisationnel spécifique permet ainsi la construction de nouveaux outils adaptés à ce contexte. Cependant, si les outils de gestion ne sont ici pas considérés comme indépendants du contexte dans lequel ils opèrent, le cadre contextuel y est considéré comme stable (Burns & Stalker, 1961; Lawrence & Lorsch, 1967). Cette approche suppose en effet un temps statique qui permet la modélisation d'un certain type d'environnement. La théorie de la contingence ne semble donc pas non plus adaptée à un environnement évolutif et incertain, dans lequel se manifeste un décalage temporel entre les outils et les pratiques, ce décalage jouant un rôle essentiel dans la dynamique des situations. Or, l'activité de gestion des modifications, qui constitue le sujet de cette recherche, se situe dans un environnement particulièrement dynamique (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*) avec en particulier la « modification sans coût » et les pratiques associées à cet outil qui ont été et sont encore aujourd'hui en constante évolution (voir *Partie 5 – Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé*). Les théories rationalistes appréhendant les outils de gestion comme indépendants de leur contexte ou rationnellement adaptés à un type de contexte donné et stable n'apparaissent donc pas comme les plus adéquates pour cette recherche.

3.1.4. L'indépendance de l'outil de gestion par rapport aux acteurs

Si les visions rationalistes qualifient plutôt la relation de l'outil à la réalité (voir paragraphes précédents), elles se caractérisent cependant par une relation particulière aux acteurs (Lorino, 2002; Justin, 2004; Grimand, 2006; Martineau, 2009). Les outils de gestion sont en effet considérés comme indépendants des sujets qui les conçoivent et les animent (Lorino, 2002; Justin, 2004). Dans ce sens, si leur conception et leur mise en œuvre peuvent poser des problèmes techniques (notamment dans la manière dont ils doivent représenter la réalité), les outils spécifiés et engagés dans l'action s'imposent directement aux acteurs. Leur éventuel détournement est considéré comme contre-performant (Justin, 2004; Martineau, 2009). Les outils de gestion sont donc censés avoir une signification claire, sans marge d'interprétation

pour les acteurs qui les utilisent, et déterminer des pratiques organisationnelles. L'outil de gestion est alors vu comme un vecteur de rationalisation et de normalisation des comportements (Grimand, 2006). L'appropriation est par conséquent pensée comme allant de soi, en vertu du principe selon lequel « l'intendance suivra » (Grimand, 2006; Martineau, 2009), et les acteurs de l'organisation s'appuient sur un ensemble d'outils qui forment à leurs yeux une représentation convenable de la situation (Moisdon, 1997b; Lorino, 2002; Grimand, 2006; Vollmer, 2007). La mise en œuvre des outils de gestion pose donc implicitement l'acteur comme extérieur et passif par rapport à l'outil, ce dernier se diffusant automatiquement grâce à ses qualités intrinsèques (Grimand, 2006; Martineau, 2009).

Or, dans l'étude présentée ici, les acteurs ont une marge d'interprétation pour appréhender les outils et une marge de manœuvre pour les l'utiliser. C'est le cas en particulier pour la « modification sans coût ». En effet, les acteurs ont développé des rationalités multiples de la « modification sans coût » qui agissent en interaction dans l'organisation (voir *Partie 4 – 3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »*). Cette articulation complexe des rationalités d'un outil de gestion ne peut pas être appréhendée à travers une perspective rationaliste. De plus, les observations de terrain ont clairement montré que les outils de gestion pouvaient émerger, se développer et évoluer de manière significative en fonction du comportement des acteurs impliqués. Ainsi, la « modification sans coût » ne s'impose pas directement aux acteurs de la gestion des évolutions techniques, mais a au contraire émergé et s'est construite à partir des pratiques des acteurs (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »* et *Partie 5 – Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé*).

Compte-tenu de l'ensemble de ces éléments qui caractérisent les courants rationalistes, la grille de lecture offerte par ces théories ne parait donc pas comme la plus adéquate pour répondre à la question de recherche. Par conséquent, le choix d'une approche théorique parmi les modèles non-rationalistes a été envisagé.

3.2. Le choix d'une approche non-rationaliste pour l'appréhension des coûts des évolutions et de la « modification sans coût »

Trois éléments clés qui caractérisent les différents courants non-rationalistes permettent de justifier l'utilisation d'une telle perspective pour répondre à la question de recherche :

- la multiplicité des rationalités liées aux outils de gestion ;
- une relation forte entre les outils de gestion et le contexte de leur mise en œuvre ;
- le rôle des acteurs dans la mise en œuvre des outils de gestion.

3.2.1. La multiplicité des rationalités liées aux outils de gestion

Les courants non-rationalistes en comptabilité de gestion, qui sont souvent reliés à des épistémologies non-positivistes, offrent une perspective différente sur la réalité à laquelle sont confrontés les acteurs et sur le rôle des outils pour l'appréhender. Ainsi, la posture externaliste, qui postule l'existence d'une réalité objective, indépendante de l'observateur, est abandonnée (David, 1996; Koenig, 2003; Grimand, 2006). L'outil de gestion n'est donc plus considéré comme le reflet plus ou moins fidèle d'une réalité objective. Il peut ainsi avoir différentes significations qui sont révélatrices de multiples rationalités et qui peuvent être à l'origine de différents types de pratiques. Les approches non-rationalistes sont de ce fait plus focalisées sur la compréhension des significations des outils et de leurs constructions symboliques, celles-ci produisent effectivement des comportements et des actes (Moisdon, 1997b; Lorino, 2002). Les nombres ne sont par exemple pas considérés ici comme des représentations privilégiées qui correspondraient à la réalité, mais plutôt comme des outils spécifiques permettant certains types d'action (Roberts & Scapens, 1985; Robson, 1992). Si les manières par lesquelles les outils sont considérés varient largement selon les courants non-rationalistes (voir *Partie 3 – 3.3. Les différentes courants non-rationalistes*), ils détiennent donc une rationalité qui ne sera pas la rationalité représentationnelle des approches rationalistes.

Cette caractéristique semble relier les courants non-rationalistes et le terrain d'étude de cette recherche. En effet, la « modification sans coût », en tant qu'outil de gestion, a été appréhendée de diverses manières dans l'Entreprise. Alors que les acteurs lui ont attribué de

multiples significations selon leurs intérêts et leurs objectifs propres (voir *Partie 4 – 3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »*), elle détient donc des rationalités autres que la reproduction d'une image exacte d'un réel objectif. De ce fait, on peut également souligner que cette appréhension du lien entre les outils de gestion et la réalité dans les courants non-rationalistes est cohérente avec le positionnement épistémologique choisi (voir *Partie 2 – 1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme*). De plus, la méthodologie de la recherche-action pragmatiste s'est largement développée dans des études adoptant des approches non-rationalistes des outils de gestion (Baxter & Chua, 2003)[29]. De la même manière, la relation forte entre les outils de gestion et le contexte dans lequel ils s'inscrivent dans les théories non-rationalistes renforce l'idée de l'adéquation de celles-ci pour cette recherche.

3.2.2. Une relation forte entre les outils de gestion et le contexte de leur mise en œuvre

L'environnement dans lequel s'inscrivent les outils de gestion est un autre élément important des approches non-rationalistes. A partir du moment où les outils de gestion ne s'imposent ni à l'organisation ni à ses acteurs, leur mise en œuvre n'est pas déterminée à l'avance et elle ne peut s'effectuer que par un intense processus de contextualisation. Celui-ci renvoie à un développement en fonction des multiples caractéristiques de l'environnement dans lequel l'outil de gestion s'inscrit (Hatchuel & Weil, 1992; Moisdon, 1997b; Perez et al., 2005; Grimand, 2006; Detchessahar & Journé, 2007). Les processus internes à l'outil ne suffisent donc pas à le définir puisqu'il n'a de sens que par son inscription dans l'activité et les outils naissent, sont adoptés, vivent et meurent au contact du terrain (Lorino, 2002; Grimand, 2006; Martineau, 2009). Il y a ainsi co-construction de l'organisation par les outils et des outils par l'organisation (David, 1998; Perez et al., 2005; De Vaujany, 2005; Grimand, 2006). Par conséquent, les outils de gestion et les pratiques qui leur sont associées ne sont pas considérés comme indépendants du contexte dans lequel ils opèrent. C'est ce qu'ont notamment montré des études issues de perspectives non-rationalistes à travers l'exemple de la mise en œuvre des *Enterprise Ressources Planning* (ERP). Celles-ci ont en effet mis en évidence le fait que

[29] D'ailleurs, plusieurs auteurs soulignent l'adéquation entre les approches non-rationalistes des outils de gestion et les méthodologies de recherche par l'intervention dans l'organisation (Moisdon, 1997b; 1997a; David, 1998; 2008; Ahrens & Chapman, 2006; Martineau, 2009).

le développement d'un même outil de gestion pouvait engendrer de multiples pratiques selon le contexte dans lequel ils étaient utilisés (Dechow & Mouritsen, 2005; Quattrone & Hopper, 2005). Par ailleurs, il faut également souligner que certains courants non-rationalistes permettent de considérer une temporalité dynamique entre les outils de gestion et l'environnement dans lequel ils évoluent. Ils offrent ainsi la possibilité de prendre en compte les outils de gestion (et les pratiques qui y sont associées) au regard des évolutions contextuelles pouvant survenir dans le temps.

Une approche de type non-rationaliste semble cohérente avec le terrain de recherche, puisque la « modification sans coût » ne détermine pas par elle-même les pratiques qu'elle engendre et qu'elle est étroitement liée au contexte de l'activité de gestion des évolutions techniques du Programme de production du Système. L'émergence de la « modification sans coût » s'est ainsi effectuée par un processus de co-construction entre cet outil et l'environnement dans particulier dans lequel il opère (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). De plus, alors que les outils en place, les pratiques à l'œuvre et les contraintes liées à un nouveau contexte dans l'activité de gestion de configuration ont évolué dans le temps (voir *Partie 5 – Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé*), le choix d'une approche non-rationaliste permettant d'appréhender ce type d'environnement dynamique apparaît particulièrement pertinent pour cette étude.

3.2.3. Le rôle des acteurs dans la mise en œuvre des outils de gestion

Contrairement aux approches rationalistes qui voient l'individu et son processus de décision comme une boîte noire, les outils de gestion sont considérés dans les perspectives non-rationalistes comme le résultat de confrontations d'acteurs, d'enjeux stratégiques animant les organisations et les acteurs eux-mêmes (Perez et al., 2005; Grimand, 2006). Ils sont en effet alimentés en données, lus, utilisés et maniés par des acteurs humains dotés d'un point de vue partial, partiel et d'un jugement (éthiquement et scientifiquement) faillible (Lorino, 2002; De Vaujany, 2005; Grimand, 2006). Les outils de gestion présentent de ce fait une certaine flexibilité instrumentale et interprétative, qu'ils aient été conçus ou non à distance des acteurs (Lorino, 2002; De Vaujany, 2005; Grimand, 2006). Ils peuvent de plus subir des

transformations successives au fur et à mesure de sa diffusion dans l'organisation par le biais d'un processus d'appropriation des acteurs (Lorino, 2002; Perez et al., 2005). Les acteurs internes à l'organisation jouent ainsi un rôle central dans le processus de contextualisation des outils de gestion, c'est-à-dire dans la construction, l'utilisation et l'interprétation de ces outils, puisque ce n'est qu'à travers la lecture qu'ils en font que les outils acquièrent un sens et deviennent un ressort d'action (Hatchuel & Weil, 1992; Moisdon, 1997b; Lorino, 2002; Perez et al., 2005; Grimand, 2006; Detchessahar & Journé, 2007). L'outil de gestion n'est donc pas porteur de connaissances en soi, celles-ci ne pouvant être construites que par un sujet engagé dans une action (Lorino, 2002; Grimand, 2006). Il produit du sens dans le champ économique de manière non déterministe, puisqu'il résulte de l'interprétation qu'en font les acteurs qui en retour, par leur action, modifient les outils et par conséquent en produisent de nouveaux (Lorino, 2002; Perez et al., 2005). Par exemples, les informations fournies par les outils de gestion ne sont pas des données figées, mais elles résultent d'une architecture de saisie et de traitement qui est souvent l'enjeu de multiples ajustements entre acteurs (Hopwood, 1987; Chua, 1995; Moisdon, 1997b; Bouquin, 2011).

En prenant en compte le rôle actif que jouent les acteurs dans la mise en œuvre des outils de gestion, les courants non-rationalistes apparaissent comme cohérents avec l'étude de cas autour de l'outil de gestion « modification sans coût ». En effet, les acteurs de l'Entreprise disposant d'un certain degré d'interprétation, cela leur a permis de développer de multiples lectures de l'outil modification sans coût, que ce soit historiquement (l'évolution du terme initial comme interface vis-à-vis du client) ou au sein du processus actuel (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Ils jouent ainsi un rôle clé dans la contextualisation de la « modification sans coût » qui se construit progressivement à partir du comportement des acteurs engagés dans l'action (voir *Partie 5 – Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé*).

L'ensemble de ces éléments (multiplicité des rationalités des outils de gestion, relation forte de ces derniers avec leur contexte et rôle des acteurs dans leur mise en œuvre), qui caractérisent de manière générale les approches non-rationalistes, font donc apparaître les outils de gestion comme des entités complexes au sein desquels les jeux d'acteurs sont inscrits

(Justin, 2004). Cela permet de justifier l'utilisation d'une telle perspective pour cette recherche et, en particulier, dans le but d'appréhender la « modification sans coût ».

3.3. Les différents courants non-rationalistes

Les théories rationalistes et la notion positiviste d'une réalité indépendante pouvant être représentée sans ambiguïté par des données de comptabilité de gestion ayant été largement critiquée, de nombreux courants théoriques alternatifs ont vu le jour. L'article de Baxter et Chua (2003) affirme que la recherche alternative en général a démontré les multiples rationalités des pratiques de comptabilité de gestion et permet d'aborder les principales approches non-rationalistes dans ce domaine.

3.3.1. L'école du design non rationnel

Les auteurs des études utilisant la perspective de l'école du design non-rationnel (« *non-rational design school* ») soutiennent que les objectifs organisationnels sont flous et instables. Dans cette situation, les processus d'analyse et de choix peuvent être motivés politiquement, incrémentaux et routiniers par l'application de procédures, ou alors fortuits (Cohen et al., 1972; Cyert & March, 1963; Lindblom, 1959; March & Olsen, 1972; Pfeffer, 1981; Baxter & Chua, 2003). L'étude des outils de gestion doit quant à elle passer par un examen consciencieux et critique des caractéristiques et des valeurs qu'ils intègrent dans leur architecture (Boland, 1979; 1981; Banbury & Nahapiet, 1979; Baxter & Chua, 2003), mais aussi de leur rôle propre pour la constitution des activités de l'organisation et des pratiques des acteurs (Hedberg & Jönsson, 1978; Cooper et al., 1981).

3.3.2. L'approche naturelle

Dans l'approche naturelle, les managers sont considérés comme des agents responsables qui interagissent symboliquement et, en le faisant, créent leur réalité sociale (Boland & Pondy, 1983; Miller, 2001). De cette perspective, les outils de gestion sont considérés comme des signes qui sont utilisés dans la construction sociale d'une réalité subjective, fluide, complexe

et mal structurée (Covaleski & Dirsmith, 1990). Les auteurs des études s'inspirant de l'approche naturelle enquêtent en particulier sur les pratiques dans le contexte quotidien de l'organisation (Tomkins & Groves, 1983). Cela a permis en particulier des développements significatifs sur les pratiques de comptabilité de gestion (Baxter & Chua, 2003). Ainsi, et bien que l'approche naturelle soit un cadre de recherche très fragmenté, un certain nombre d'études ont montré que les outils de gestion contribuent à des changements de pratiques et qu'ils s'adaptent eux-mêmes à ces changements (Dent, 1991; Mouritsen, 1999; Vaivio, 1999; Baxter & Chua, 2003).

3.3.3. L'alternative radicale

Le courant théorique de l'alternative radicale met lui en lumière la manière dont les outils et les pratiques de comptabilité de gestion sont impliquées dans la création et la perpétuation d'une société inégalitaire (Baxter & Chua, 2003). Les chercheurs en comptabilité de gestion utilisant cette perspective mobilisent cette argumentation dans des discussions sur la nature des outils de gestion (Cooper, 1983; Hopper et al., 1987; Laughlin, 1987) et utilisent les théories radicales pour orienter des enquêtes empiriques, la plupart du temps historiques, sur les pratiques de comptabilité de gestion (Armstrong, 1987; Hopper & Armstrong, 1991; Arnold, 1998). Dans ce cadre, les pratiques de comptabilité de gestion sont considérées comme inexorablement liées aux systèmes d'idéologie managériaux (Baxter & Chua, 2003).

3.3.4. La théorie institutionnelle

La théorie institutionnelle se définit quant à elle en s'opposant à la caractérisation des comportements collectifs en tant qu'agrégation d'actions individuelles et se focalise au contraire sur une explication de ces comportements collectifs par des règles générées socialement (DiMaggio & Powell, 1991; Baxter & Chua, 2003). Les pratiques organisationnelles sont considérées comme des mythes rationnels qui ont une légitimité conférée par les acteurs et leurs actions (Covaleski & Dirsmith, 1983; 1988; Covaleski et al., 1993). Par conséquent, les chercheurs qui adoptent la perspective de la théorie institutionnelle tendent à montrer que les pratiques de comptabilité de gestion sont influencées par la complexité des environnements (techniques, mais aussi institutionnalisés tels que les

environnements légaux, professionnels, …) et des attentes qu'ils entraînent (Carruthers, 1995; Bailly, 2003).

3.3.5. La théorie de la structuration

La théorie de la structuration conceptualise l'interconnexion entre l'agence des individus (leur capacité à faire des choix) et la reproduction de structures sociales (règles, ressources) (Baxter & Chua, 2003). La notion de structure se réfère aux propriétés structurantes qui s'étendent, dans le temps et dans l'espace, bien au-delà du contrôle que peut exercer chaque acteur (Giddens, 1993). La structure intègre ainsi les règles et les ressources engagées dans l'articulation des systèmes sociaux et qui sont, inversement, impliquées dans la production même de ces systèmes (Rojot, 2000). Parmi ces systèmes sociaux, les systèmes de comptabilité de gestion sont vus comme des moyens de réguler le fonctionnement organisationnel dans le temps et dans l'espace (Roberts & Scapens, 1985; Ahrens & Chapman, 2002). L'outil de gestion devient alors un moyen pour remplacer les significations et les normes locales par l'imposition d'une discipline sur le travail d'acteurs organisationnels dispersés dans le temps ou l'espace (Baxter & Chua, 2003). Dans ce cadre, si les outils de gestion peuvent être à l'origine de différentes stratégies de priorisation dans l'organisation, ils peuvent également être changés à travers les pratiques (Ahrens & Chapman, 2002).

3.3.6. La théorie critique

La théorie critique, partiellement inspirée des travaux des philosophes Michel Foucault (1975) et Jürgen Habermas (2005), met de son côté l'accent sur le rôle de l'outil en tant qu'instrument de pouvoir (Lorino, 2005). Les différents auteurs ayant utilisé cette théorie ont en effet analysé la comptabilité de gestion comme un système qui véhicule des rapports de pouvoir et, plus précisément, comme un outil à la disposition des managers leur permettant de contrôler, au niveau de leurs subordonnés, la bonne application des décisions qu'ils avaient prises (Burchell et al., 1985; Hopwood, 1987; 1989; Miller & O'Leary, 1987; Miller, 1991; 2001). Dans ce cadre, la théorie critique étudie notamment les conditions nécessaires qui permettent à une technique de comptabilité de gestion particulière d'émerger à un certain moment et à un certain endroit (Burchell et al., 1985; Miller & O'Leary, 1987; Preston, 1992;

Quattrone & Hopper, 2005; Kurunmäki & Miller, 2008). Ainsi, les outils de gestion émergent des conflits sociaux et sont ensuite des instruments d'exercice du pouvoir de certains acteurs sur d'autres. L'apport d'informations permet ainsi une prise de décision éclairée mais surtout un contrôle par une action à distance (Quattrone & Hopper, 2005; Kurunmäki & Miller, 2008). Cela permet donc aux détenteurs du pouvoir de s'en assurer par l'intermédiaire des outils de gestion et cela dans le temps et dans l'espace.

Les outils de gestion doivent de ce fait permettre aux managers de créer et d'utiliser de nouvelles formes disciplinaires à l'intérieur et à l'extérieur de l'organisation (Hopwood, 1987; Miller & O'Leary, 1987; 1993). En effet, les outils de gestion, tout comme les acteurs qui les utilisent, ne disposent pas d'une capacité d'autonomie propre. Premièrement, l'outil de gestion est considéré comme un résidu des choix stratégiques, des décisions sur les modèles d'organisation et des engagements passés (Miller & O'Leary, 1987). Deuxièmement, les acteurs, qui se savent contrôlés, n'exercent pas non plus d'influence et ne peuvent de même pas développer d'initiatives propres. Dans ce sens, on peut dire qu'ils ont intériorisé ce mode de contrôle et qu'ils s'autocensurent de manière à rester conformes aux attentes des détenteurs du pouvoir. En conséquence, les pratiques de comptabilité de gestion analysées dans la théorie critique sont toujours intrinsèquement liées à une stratégie particulière ou à une ambition programmatique et l'outil de gestion n'est donc pas neutre dans la définition de ce qu'il voit (Hopwood, 1987; Miller, 2001; Quattrone & Hopper, 2005).

3.3.7. La théorie de l'acteur-réseau

La théorie de l'acteur-réseau est une approche sociologique développée à la fin des années 1980 et qui a progressivement été utilisée par des chercheurs en comptabilité de gestion. Cette perspective théorique, souvent utilisée pour des interprétations de terrain, permet en particulier de mettre en relation les outils de gestion avec l'environnement dans lequel ils s'inscrivent (Robson, 1991; 1992; Justesen & Mouritsen, 2011). Pour cela, cette approche fournit de nouveaux éléments d'explication à travers notamment les concepts clés de réseau, d'actant, de traduction ou encore de boîte noire (voir les définitions précises de ces notions dans la *Partie 3 – 4.1. Les principaux concepts de la théorie de l'acteur-réseau*). C'est tout d'abord la constitution de réseaux, constitués d'acteurs humains et non-humains, qui permet d'expliquer les pratiques à l'œuvre dans une activité ou une organisation. Plus précisément, en

considérant que tout acteur humain ou non-humain doit être pris en compte de manière équivalente (principe de symétrie), la théorie de l'acteur-réseau repositionne de ce fait le rôle clé des entités non-humaines (Callon, 1986; Latour, 1991; 1993a; 1995) en leur donnant un pouvoir nouveau qui leur permet de développer certains types d'action par leur participation à ces réseaux (Justesen & Mouritsen, 2011).

Dans le champ de la comptabilité de gestion, la théorie de l'acteur-réseau se traduit en particulier par la mise en évidence du rôle des systèmes et des outils de gestion dans les analyses des organisations (Baxter & Chua, 2003; Justesen & Mouritsen, 2011). En tant qu'actants, les outils de gestion obtiennent ainsi un rôle nouveau et prédominant, puisqu'ils y sont considérés, à l'égal des acteurs humains, comme prenant part à la formulation, à la construction et souvent à la stabilisation d'activités organisationnelles dans un réseau d'actants (Justesen & Mouritsen, 2011). Les données qu'ils fournissent sont significatives par rapport aux connexions qu'elles développent avec les préoccupations des acteurs humains et la médiation qu'elles effectuent entre ceux-ci (Mouritsen et al., 2009; Justesen & Mouritsen, 2011)[30]. Mais surtout, de par ce statut d'actants, les outils de gestion acquièrent une relative autonomie vis-à-vis des acteurs humains de l'organisation (Latour, 2005). De plus, l'émergence et le développement d'un outil de gestion ne repose ni sur ses qualités intrinsèques ou sur sa véracité dans la représentation d'une réalité économique, ni sur une décision délibérée soutenant une stratégie particulière, ni même sur une volonté de contrôle de certains acteurs humains sur d'autres. Au contraire, les outils de gestion émergent et se développent au sein d'un réseau hybride d'acteurs humains et non-humains (Briers & Chua, 2001; Alcouffe et al., 2008), c'est-à-dire au cœur des pratiques organisationnelles.

L'article de Baxter et Chua (2003) met donc en évidence différents courants alternatifs aux perspectives rationalistes qui pourraient être utilisés dans cette recherche. Afin de choisir une approche particulière, il a fallu définir des critères qui permettront de sélectionner l'un de ces courants non-rationalistes.

[30] L'idée est cependant répandue qu'une représentation considérée comme pertinente facilite la constitution d'un réseau d'acteurs autour de ce système.

3.4. La définition de critères pour choisir l'une des approches non-rationalistes en comptabilité de gestion

Parmi les différents courants non-rationalistes, le choix d'un courant particulier doit être adapté aux caractéristiques du terrain de recherche et notamment à celles de la « modification sans coût » qui est au cœur de la question de recherche. C'est pourquoi, par rapport aux impératifs qui se dégagent du terrain, deux critères liés à la « modification sans coût » semblent particulièrement révélateurs pour choisir un cadre théorique qui permettra son analyse :

- l'émergence de l'outil de gestion en tant que cristallisation d'un certain nombre de pratiques ;
- la relative autonomie des outils de gestion par rapport aux acteurs humains de l'organisation.

3.4.1. L'émergence de l'outil de gestion en tant que cristallisation de pratiques organisationnelles

Le premier critère, issu du terrain et devant permettre de choisir l'un des courants non-rationalistes comme cadre théorique, se rapporte aux conditions de la naissance et du développement de l'outil de gestion « modification sans coût » dans l'Entreprise. La « modification sans coût » n'est en effet pas issue d'une décision délibérée du management, mais émerge à partir de certaines pratiques des acteurs humains dans le processus de gestion des évolutions techniques (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Ces pratiques qui font émerger la « modification sans coût » concernent en particulier :

- l'importance accordée au maintien de la maîtrise technique du Système et à sa qualité dans les procédures et les discours en place ;
- les données principalement techniques fournies dans les dossiers de modifications (justification technique de la demande, caractéristiques de la solution proposée, appréhension des conséquences techniques sur l'ensemble du Système, …) ;

- la prépondérance des discussions techniques et des acteurs humains représentant cette dimension dans les différentes commissions (ingénieurs, responsables issus de l'ingénierie, …) ;
- une appréhension des coûts des modifications comme déjà engagés et non significatifs ;
- l'absence relative de pression économique en vue d'assurer une bonne rentabilité à l'investissement.

Plus précisément, la « modification sans coût » est un outil qui cristallise ces pratiques et ces logiques d'actions probablement héritées du passé. La « modification sans coût » est donc un outil émergent qui n'est pas issu d'une décision délibérée mais qui s'est développée à partir de pratiques de la gestion des évolutions techniques qu'elle cristallise. Dans cette situation, l'analyse de la « modification sans coût » nécessite l'utilisation d'un cadre théorique pouvant prendre en considération les outils de gestion comme des outils émergents qui cristallisent un certain nombre de pratiques issues de logiques d'actions antérieures.

3.4.2. La relative autonomie des outils de gestion par rapport aux acteurs humains de l'organisation

Les observations effectuées sur le terrain de recherche montrent que l'outil de gestion « modification sans coût » a progressivement développé une capacité d'autonomie propre par rapport aux acteurs humains selon trois axes : les conditions de son émergence, l'échec des tentatives pour supprimer les « modifications sans coûts » ou en diminuer le nombre, ainsi que l'absence de maîtrise du flux entrant des évolutions et donc des « modifications sans coûts ».

Dès l'origine, la « modification sans coût » est relativement autonome par rapport aux acteurs humains puisque son émergence n'est pas le résultat d'une décision délibérée de certains d'entre eux, mais d'un processus complexe aboutissant à des évolutions techniques dont les coûts ne sont pas tracés (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Dans ce sens, l'outil de gestion « modification sans coût » intègre déjà une certaine autonomie originelle vis-à-vis des acteurs humains (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). De

plus, cette relative autonomie est mise en évidence par le fait que les différentes tentatives de certains acteurs humains pour supprimer les « modifications sans coûts », ou diminuer significativement leur nombre, ont eu des conséquences très limitées (Entreprise, 2008c). Par exemple, les demandes de certains contrôleurs pour assurer une plus grande traçabilité des coûts des évolutions n'ont pas été suivies d'effets et le processus aboutissant à l'émergence des « modifications sans coûts » n'a ainsi pas évolué (Contrôleur 1, 2008; 2009; Contrôleur 3, 2009). Enfin, alors que les « modifications sans coûts » représentent la majorité des évolutions autorisées et que le flux entrant de ces évolutions n'est pas maîtrisé actuellement (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*), le développement important des « modifications sans coûts » ne semble pas non plus maîtrisé (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). De ce fait, les acteurs humains impliqués dans la gestion des évolutions techniques ne contrôlent pas l'outil de gestion « modification sans coût » qui est devenu relativement autonome dans cette activité.

En conséquence, il semble bien que l'outil de gestion « modification sans coût » dispose aujourd'hui d'une certaine autonomie qui le rend relativement non-contrôlable par les acteurs humains de l'organisation et qui lui permet de produire des effets pratiques très imparfaitement maîtrisés, par exemple dans le processus de prise de décision en Commission.

3.5. Justification du choix de la théorie de l'acteur-réseau dans le contexte de l'étude par rapport aux critères définis

La mise en lumière de ces deux caractéristiques particulières de l'outil de gestion « modification sans coût » (un outil cristallisant un certain nombre de pratiques et disposant d'une certaine autonomie) permet de disposer de critères issus du terrain afin de choisir un cadre théorique pertinent pour répondre à la question de recherche. Dans cette perspective, l'utilisation de la théorie de l'acteur-réseau comme cadre théorique permet de considérer l'outil de gestion comme une cristallisation de pratiques antérieures à travers la constitution de réseaux et de prendre en compte l'autonomie relative de l'outil en tant qu'actant.

3.5.1. La théorie de l'acteur-réseau et l'émergence des outils de gestion

En premier lieu, la théorie de l'acteur-réseau est particulièrement intéressante pour considérer les outils de gestion comme émergeants dans l'organisation par la cristallisation de pratiques (voir *Partie 3 – 4. Présentation du cadre théorique choisi : la théorie de l'acteur-réseau*). Dans cette perspective, les outils de gestion ne correspondent pas à une intention définie par un ou plusieurs acteurs humains et ne sont pas la conséquence d'une politique ou d'un agenda explicites (Chua, 1995). Ils ne résultent donc pas d'une décision d'un organisme de management qui s'imposerait à tous. Au contraire, l'une des idées clés de cette théorie est que ces outils sont créés et se développent dans des réseaux d'actants qui se constituent progressivement dans les activités organisationnelles. Dans ces réseaux, les acteurs non-humains tels que les outils de gestion peuvent émerger et se construire à partir des intérêts divers des membres du réseau et de leurs pratiques. En effet, cette approche théorique permet de montrer comment les données de gestion sont construites pour s'accommoder de multiples intérêts (Preston et al., 1992; Chua, 1995; Baxter & Chua, 2003; Quattrone & Hopper, 2005). Se situant au cœur de ces réseaux puisqu'ils sont reliés aux activités et aux acteurs humains de l'organisation (Mouritsen et al., 2009), les outils de gestion émergent donc en cristallisant un certain nombre de pratiques. A l'inverse, ils ont une influence significative sur ces pratiques et jouent un rôle dans la constitution de réseaux qui les stabilisent, au moins temporairement.

L'approche de l'outil de gestion développée dans la théorie de l'acteur-réseau est par conséquent pertinente pour appréhender la « modification sans coût » qui n'est pas le résultat de décisions délibérées et qui a émergé pour des raisons pratiques et dans les circonstances du processus de production (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Cet outil est donc révélateur d'une situation organisationnelle et on peut considérer qu'il cristallise des enrôlements et des logiques d'actions hérités du passé. Ce courant théorique permet également de prendre en compte l'autonomie relative des outils de gestion.

3.5.2. La théorie de l'acteur-réseau et la relative autonomie des outils de gestion

La constitution de réseaux d'actants à travers les processus d'enrôlement fait intervenir des techniques telles que la ruse, les manipulations … (Callon, 1986). En revanche, la théorie de l'acteur-réseau tend à démythifier des facteurs tels que la domination (théorie de la structuration) ou le contrôle hiérarchique (théorie critique ou néo-foucaldienne), et la croyance jugée excessive dans la capacité de contrôle des acteurs humains. Cette approche particulière a une influence sur la manière d'appréhender les outils de gestion dans les études de comptabilité de gestion s'inspirant de cette théorie. Ceux-ci, considérés comme des actants, jouissent véritablement d'un rôle équivalent à celui des acteurs humains et doivent donc être considérés de la même manière (Bouquin, 2011; Justesen & Mouritsen, 2011). De ce fait, les outils disposent d'une autonomie propre et, en tant qu'actants dans d'un réseau, ils doivent être pris en compte à l'égal de tout autre acteur humain ou non-humain dans l'étude des pratiques organisationnelles. Dans cette perspective, les outils de gestion ne constituent pas un intermédiaire transparent permettant l'exercice d'un pouvoir ou d'un contrôle de certains acteurs humains sur d'autres (Dechow & Mouritsen, 2005). Au contraire, si les acteurs humains tentent, chacun à leur manière, de manipuler ces outils en fonction de leurs intérêts divers, les outils de gestion échappent au contrôle de l'ensemble des individus (Briers & Chua, 2001). Par exemple, un acteur humain seul ne peut pas décider de la suppression d'un outil de gestion. Cette démarche n'est possible qu'à travers le développement d'un réseau d'actants soutenant ce processus (Dechow & Mouritsen, 2005; Justesen & Mouritsen, 2011). De la même manière, les pratiques qui résultent de la mise en œuvre des outils de gestion sont liées, non pas à une stratégie spécifique définie par des acteurs humains particuliers, mais sont la conséquence de réseaux d'actants construits notamment autour de ces outils (Briers & Chua, 2001). Par conséquent, les outils de gestion sont considérés ici comme des outils non contrôlables et non maîtrisables. Ils disposent d'une certaine autonomie et agissent de manière significative dans des situations organisationnelles qui ne sont jamais totalement anticipées (Briers & Chua, 2001; Justesen & Mouritsen, 2011). Ces outils, en tant qu'actants, acquièrent de ce fait un pouvoir propre et une relative autonomie par rapport aux acteurs humains (Latour, 2005). On retrouve donc dans la théorie de l'acteur-réseau le rejet de la dualité entre sujet et objet, ce qui est par ailleurs cohérent avec le positionnement épistémologique pragmatiste choisi (voir *Partie 2 – 1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme*).

Le fait que les outils de gestion disposent d'une relative autonomie dans la théorie de l'acteur-réseau est un critère clé pour aborder le terrain. Avec un contexte où le nombre de

modifications augmente substantiellement, où le flux entrant est supérieur au flux sortant et où un nombre important d'évolutions non traitées s'accumule (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*), il est en effet possible d'affirmer que la « modification sans coût » en tant qu'outil de gestion a largement échappé au contrôle des acteurs humains. N'étant plus maîtrisé, cet outil a progressivement acquis une autonomie propre qui lui donne une inertie forte. Si chacun des acteurs humains tente de manipuler la « modification sans coût » à sa manière en fonction de ses intérêts et de ses projets, aucun n'a seul la possibilité de la maîtriser ou de la supprimer (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système*).

Les deux critères qui ont été définis précédemment permettent donc, au regard des caractéristiques du terrain et de la « modification sans coût », de justifier du choix de la théorie de l'acteur-réseau comme cadre théorique de la recherche.

4. PRESENTATION DU CADRE THEORIQUE CHOISI : LA THEORIE DE L'ACTEUR-RESEAU

4.1. Les principaux concepts de la théorie de l'acteur-réseau

C'est au moment où l'intérêt pour la sociologie dans le domaine de la comptabilité de gestion s'est accru au début des années 1980, que la sociologie de la traduction et la théorie de l'acteur-réseau[31] ont commencé à se développer (Callon, 1986; Star & Griesemer, 1989; Latour, 1995; Law & Hassard, 1999; Justesen & Mouritsen, 2011). Si la théorie de l'acteur-réseau a été à l'origine du développement de nombreux concepts, les quatre notions clés qui seront utilisés dans cette recherche vont être définies ici : le réseau, l'actant, le processus de traduction et le concept de boîte noire.

4.1.1. Le concept de réseau

La théorie de l'acteur-réseau est un label rattachant un ensemble de travaux qui étendent les conceptions constructivistes de création de connaissances en fournissant un cadre systématique soulignant le rôle des processus concurrents à l'œuvre et celui, crucial, des réseaux d'intérêts (Chua, 1995; Law & Hassard, 1999). Ainsi, selon cette approche sociologique, le monde peut être compris en termes de réseaux (Callon, 1986; Latour, 1995; Law & Hassard, 1999). La notion de réseau est entendue ici comme une organisation qui rassemble des acteurs humains et non-humains (définis comme des actants, voir *Partie 3 – 4.1.2. Le concept d'actant*) et se créent à travers la circulation de ces acteurs en fonction de leurs objectifs propres (Callon, 1986; Akrich et al., 1988; Ahrens & Chapman, 2007). Dans cette perspective, chacun des acteurs est un réseau dans le sens où il agit comme un médiateur entre des intérêts divers pour mettre en relation l'ensemble des entités du réseau (Briers & Chua, 2001; Alcouffe et al., 2008; Justesen & Mouritsen, 2011). Une fois qu'ils sont constitués, ces réseaux atteignent leur forme de manière performante par la force et la durée des liens rattachant les différents éléments humains et non-humains (Chua, 1995).

[31] Ces deux terminologies faisant référence aux mêmes concepts, ils seront utilisés de manière synonyme dans ce document.

En s'intéressant aux raisons pour lesquelles des réseaux émergent et se maintiennent dans une organisation ou dans une activité spécifique (Latour, 1993b; Chua, 1995), l'appréhension des organisations en termes de réseaux permet donc de comprendre comment une certaine situation s'est construite dans les organisations et comment elle a ou non perduré.

4.1.2. Le concept d'actant

Le concept d'actant développé dans la théorie de l'acteur-réseau permet d'appréhender le rôle des acteurs non-humains au sein des réseaux. L'un des principes fondamentaux de la théorie de l'acteur-réseau est en effet que tout acteur humain ou non-humain doit être considéré de manière équivalente dans l'organisation (Callon, 1986; Latour, 1991; 1995). Le fait que les acteurs non-humains soient considérés comme équivalents aux acteurs humains, une différence majeure par rapport aux autres perspectives théoriques qu'elles soient rationalistes ou non-rationalistes, leur permet d'être des composants actifs de l'organisation, notamment dans la formation des ensembles de pratiques organisationnelles. Dans ce cadre, la théorie de l'acteur-réseau définit la notion d'actant, englobant à la fois les acteurs humains et non-humains, qui correspond à une entité investie d'une fonction ou d'un rôle dans l'organisation et qui y agit (Callon, 1986). C'est notamment le cas des systèmes et des outils de gestion, qui s'inscrivent au cœur des réseaux et en constituent des éléments à part entière.

Cette perspective donne une marge de manœuvre qui permet aux acteurs non-humains de prendre part à la construction des activités organisationnelles en s'inscrivant en tant que membre actif dans les coalitions d'actants qui forment des réseaux (Latour, 2005). Les acteurs non-humains ne peuvent donc pas être considérés comme de simples outils à la disposition de tel ou tel acteur humain qui l'utiliserait selon ses propres intérêts. Ils disposent au contraire d'une certaine autonomie par rapport à l'ensemble des autres entités du réseau. Ce pouvoir d'agence des acteurs non-humains, en tant qu'actants, est d'ailleurs d'autant plus significatif que ces derniers construisent leurs propres intérêts au sein des réseaux, ce qui les rend d'autant moins manipulables par les acteurs humains (Callon, 1986; Latour, 1995; 2005). Avec la notion de réseau, le concept d'actant est au cœur de la théorie de l'acteur-réseau et ses caractéristiques particulières ont d'ailleurs été l'un des critères du choix de ce cadre théorique (voir *Partie 3 – 3.4.2. La relative autonomie des outils de gestion par rapport aux acteurs de l'organisation*).

4.1.3. Le concept de traduction

Le processus de traduction constitue le troisième élément clé de la théorie de l'acteur-réseau qui sera mobilisé dans cette recherche. Alors que dans cette perspective théorique c'est la constitution de réseaux d'actants qui permet d'expliquer les pratiques à l'œuvre dans une organisation, la question qui se pose alors est de savoir comment une pratique particulière, de contrôle de gestion par exemple, devient dominante (Mouritsen, 1999). Pour qu'un réseau se développe, il faut déjà que les actants soient convertis, les critiques réduites au silence, les concurrents surpassés et les sceptiques convaincus (Chua, 1995). En effet, compte-tenu de l'hétérogénéité des points de vue et des objectifs parmi les actants des réseaux, il est nécessaire d'établir un lien entre ces éléments hétérogènes pour rendre le réseau stable et compréhensible. C'est ce que permet le processus de traduction qui, en modifiant et en déplaçant les intentions et les vues des actants de l'organisation, entraîne le déplacement, la dérive, l'invention, la médiation, la création d'un lien qui n'existait pas auparavant (Callon, 1986; Latour, 1999; Justesen & Mouritsen, 2011). C'est donc la traduction des intérêts des actants dans les caractéristiques du réseau qui leur permet d'être intégrés dans ces réseaux (Callon & Law, 1982).

Le processus de « traduction » est donc une mise en relation d'intérêts divers et l'établissement d'une certaine stabilité au sein de l'organisation, qui a été utilisé (Robson, 1991; Baxter & Chua, 2003; Quattrone & Hopper, 2005). Cette opération, qui transforme et recombine ces différents intérêts, s'effectue à travers l'intéressement et l'enrôlement d'autres acteurs humains ou non-humains autour d'une appréhension commune du réseau (Callon, 1986; Latour, 1991; Robson, 1991; Briers & Chua, 2001; Ahrens & Chapman, 2002; 2007; Justesen & Mouritsen, 2011). L'intéressement fixe les entités à enrôler tout en interrompant d'éventuelles associations concurrentes et développe ainsi un système d'alliances (Callon, 1986; Latour, 1995). Par exemple, dans le champ de la comptabilité de gestion, la génération d'une information sur le coût d'un produit peut devenir un dispositif d'intéressement clé qui peut lier des intérêts en développement et chercher à en enrôler d'autres (Chua, 1995). Cependant, l'intéressement n'entraîne pas nécessairement l'enrôlement des actants dans un réseau. L'enrôlement est en effet fondé sur la foi que la logique développée va fonctionner (Callon, 1986). Il est ainsi constitué de l'ensemble des négociations multilatérales, des coups de force ou des ruses qui accompagnent l'intéressement et lui permettent d'aboutir (Callon, 1986; Chua, 1995). On retrouve par exemple cette situation en comptabilité de gestion où il y

a continuellement des processus de négociations complexes autour des systèmes et des outils de gestion (Ahrens & Chapman, 2002). L'opération de traduction, qui s'effectue notamment par les processus d'intéressement et d'enrôlement, permet par conséquent une mise en relation d'intérêts différents et leur transformation. Les intérêts des actants ne sont donc pas considérés comme des explications causales puisqu'ils sont les conséquences de négociations et de conflits résolus (Chua, 1995). Le processus de traduction permet ainsi la constitution d'un réseau de liens entre des actants dont la force (et la fragilité) se mesure à l'intérêt que chacun trouve dans ce réseau. De ce fait, si le résultat de ces assemblages reste toujours fragile à un certain degré, ce qui permet l'émergence quasi-continuelle de nouvelles possibilités d'assemblages, cela permet d'obtenir au moins temporairement un réseau solide (Callon, 1986; Latour, 1995).

4.1.4. Le concept de boîte noire

Le quatrième concept clé de la théorie de l'acteur-réseau utilisé dans cette étude est celui de « *black box* » ou de boîte noire. Cette notion de boîte noire peut d'abord s'appliquer au réseau dans son ensemble. La manière par laquelle le processus de traduction qui vient d'être décrite permet, à travers une construction complexe et non-linéaire impliquant des acteurs humains et non-humains, d'expliquer comment un réseau (temporairement) stable se constitue (Callon, 1986; Latour, 1995). Mais ensuite, la stabilité d'un réseau s'explique par le fait que celui-ci devient une boîte noire dans l'organisation (Latour, 1995). En effet, l'aboutissement des négociations et la résolution des conflits parmi les actants, à travers le processus de traduction, permettent au réseau de se constituer avec le support de l'ensemble de ces entités. Dans ce contexte, le réseau devient une boîte noire qui n'est, pour un temps au moins, plus remis en cause ni par ses membres, ni dans le reste de l'organisation (Latour, 1995). La continuelle inclusion de nouvelles entités (et la disparition d'autres) ne modifiera ainsi pas nécessairement le réseau et, au contraire, cette situation peut entraîner une perte de la connaissance des caractéristiques à l'origine de l'émergence du réseau (Briers & Chua, 2001). En tant que boîte noire, le réseau détient ainsi une stabilité qui ne pourra être changée que par la constitution de nouvelles alliances (Callon, 1986; Latour, 1995).

Cette notion de boîte noire s'applique également à des entités du réseau et en particulier aux acteurs non-humains. Si la constitution d'un réseau d'actants est toujours temporaire et

fragile, elle permet aux outils qui en font partie d'acquérir un aspect solide (notamment par leur participation à ce réseau d'alliés) et de devenir des boîtes noires qui ne seront pour un temps plus questionnées (Latour & Woolgar, 1979; Briers & Chua, 2001; Alcouffe et al., 2008; Justesen & Mouritsen, 2011). En effet, l'émergence de certains actants (tels que les outils de gestion par exemple) est également liée à des négociations et à la résolution de conflits parmi les acteurs humains d'une organisation (Chua, 1995). Dans cette perspective, les conditions par lesquelles un actant se forme peuvent également avoir été largement oubliées au cours du temps (Latour, 1995), notamment quand les acteurs humains ayant pris part à ces négociations et à ces conflits ont été remplacés. En tant que partie intégrante du réseau, ces actants peuvent donc y constituer une boîte noire opaque et résistante pour les autres actants y participant. C'est cette dimension du concept de boîte noire qui sera largement utilisé au cours de cette recherche. L'utilisation simultanée des concepts de traduction et de boîte noire permettra ainsi de comprendre les processus de construction largement oubliés à l'origine de l'émergence d'actants tels que les outils de gestion qui sont devenus des boîtes noires (Briers & Chua, 2001; Jones & Dugdale, 2002) à travers l'appréhension de la « modification sans coût » (voir *Partie 5 – Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé*).

4.2. La théorie de l'acteur-réseau et la littérature en comptabilité de gestion

Ces concepts clés développés dans la théorie de l'acteur-réseau ont notamment été utilisés dans la recherche en comptabilité de gestion. En particulier, la définition de la notion d'actants et de leur rôle dans les réseaux qui se constituent, a développé l'idée que des acteurs non-humains ont une influence clé sur les pratiques qui se forment, ce qui a fourni un cadre pour appréhender le rôle des outils de gestion (considérés comme des actants) dans les pratiques organisationnelles (Briers & Chua, 2001). Ainsi, à partir des premiers travaux en sociologie au cours des années 1980, la théorie de l'acteur-réseau a progressivement inspiré de nombreuses études dans le champ de la comptabilité de gestion, principalement à travers des études uniques de cas (Justesen & Mouritsen, 2011). Dans ce sens, de multiples perspectives ont été développées. En ce qui concerne la prise en compte de la relation entre les outils de gestion et les pratiques qui est au cœur de la question de recherche (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*), on peut en

relever principalement deux perspectives autour desquelles les notions présentées précédemment ont été utilisées :

- l'étude de la mise en œuvre des outils de gestion et l'analyse de leurs conséquences en termes de pratiques ;
- l'étude de l'origine des outils de gestion en place à travers l'analyse des processus ayant abouti à leur émergence.

4.2.1. La mise en œuvre des outils de gestion et ses conséquences dans les pratiques

De nombreux auteurs ont utilisé la théorie de l'acteur-réseau pour analyser les processus non-linéaires et contingents de mise en œuvre de nouveaux outils de gestion ainsi que leurs conséquences pratiques (Justesen & Mouritsen, 2011). Cette perspective a été utilisée pour traiter d'une grande variété de cas :

- les systèmes budgétaires (Preston et al., 1992; Chua, 1995) ;
- les mesures de performance (Ogden, 1995) ;
- les technologies de comptabilité comme l' « *activity-based costing* » (Briers & Chua, 2001; Alcouffe et al., 2008) ;
- le développement des « *Enterprise Resource Planning* » (Quattrone & Hopper, 2001; 2005; Dechow & Mouritsen, 2005) ;
- la construction de benchmarks (Llewellyn & Northcott, 2005) et de tableaux de bord (Andon et al., 2007) ;
- l'émergence d'outils spécifiques (Robson, 1991; Mouritsen, 1999; Mouritsen & Bekke, 1999; Mouritsen et al., 2009).

Ces études utilisent la notion de réseaux d'actants qui permet d'expliquer comment des outils de gestion se mettent en œuvre dans une organisation. C'est l'établissement d'un réseau d'alliés autour d'un système (ici un outil de gestion) qui lui permet de réussir à se développer et à co-construire les pratiques à l'œuvre (Latour, 1995). De plus, le rôle actif de l'outil de gestion est lui réhabilité puisque celui-ci, considéré comme un actant, n'est jamais une entité préfabriquée et prête à être directement appliquée, mais dépend du contexte dans lequel il

s'inscrit et des réseaux qui se constituent autour de lui (Preston et al., 1992; Baxter & Chua, 2003; Justesen & Mouritsen, 2011). Par exemple, l'étude de Quattrone et Hopper (2005) sur la mise en place d'un même système d' « *Enterprise Resource Planning* » (« SAP ») dans différentes entreprises, montre que les implications pratiques du développement de cet outil de gestion divergent selon les entreprises considérées et sont fonction du contexte particulier des organisations et des réseaux qui s'y forment.

Le concept de traduction est également clé ici étant donné les multiples intérêts des acteurs humains ou non-humains et les différentes significations que ceux-ci attribuent aux outils de gestion. Ces intérêts et ces significations sont reconfigurés par un processus de traduction et finalement reliés, même de manière fragile, de manière à permettre à un réseau stable de se constituer au moins temporairement (Chua, 1995; Briers & Chua, 2001; Baxter & Chua, 2003). Un changement ne peut s'imposer que quand tous les actants en sont convaincus, c'est-à-dire quand ils sont intéressés et enrôlés dans le système (Latour, 1995). De ce fait, si la mise en œuvre d'un outil donné « réussit » en pratique, c'est donc parce qu'il aura été traduit de manière à ce que les différents actants puissent y voir une solution à un de leur problèmes locaux et que, par conséquent, un réseau d'alliés qui le soutient a été établi (Akrich et al., 1988; Latour, 1995). Par conséquent, alors qu'un outil de gestion peut avoir différentes significations selon les acteurs humains considérés (Robson, 1991), sa traduction dans le cadre d'un réseau, par des enrôlements reconfigurant les intérêts des actants à travers des processus de négociation complexes, permet à celui-ci d'acquérir un aspect solide et sain (Latour & Woolgar, 1979; Alcouffe et al., 2008). Ensuite, la perpétuation de ce réseau est fonction de la force des liens divers reliant ensemble ces nombreux éléments hétérogènes et elle s'effectue alors par la continuelle inclusion d'actants dans l'ensemble des pratiques concernées (Chua, 1995; Briers & Chua, 2001; Schatzki, 2005). Le développement d'un nouvel outil de gestion se réalise donc parallèlement à une évolution des pratiques dans le temps et l'espace en fonction des interactions entre une multitude d'actants (Alcouffe et al., 2008). Celle-ci peut être partielle, permettant ainsi à un agenda particulier de progresser même si les résultats escomptés initialement ne sont pas mis en œuvre complètement (Chua, 1995; Ogden, 1995; Andon et al., 2007).

Ces éléments montrent donc que le cadre de la théorie de l'acteur-réseau a en premier lieu permis à de nombreux auteurs en comptabilité de gestion d'appréhender et d'analyser les processus de mise en œuvre de nouveaux outils de gestion et des pratiques qui y sont liées.

Ainsi, l'utilisation des concepts d'actant et de traduction issus de la théorie de l'acteur-réseau dans les études en comptabilité de gestion offre ainsi une nouvelle perspective d'analyse du rôle des outils de gestion dans les pratiques organisationnelles. Une deuxième perspective visant à appréhender la relation entre les outils de gestion et les pratiques à l'œuvre dans le cadre de la théorie de l'acteur-réseau a également été utilisée : l'étude de l'origine des outils de gestion à travers l'analyse de son processus d'émergence.

4.2.2. L'étude limitée de l'origine des outils de gestion en place à travers l'analyse des processus ayant abouti à leur émergence

Au-delà de cette première perspective, certaines études se sont intéressées à la « réouverture » ou à la « déconstruction » d'outils de gestion en place dans l'organisation et donnés pour acquis. Dans cette perspective, c'est notamment le concept de boîte noire qui a été utilisé pour analyser les outils de gestion. Ces derniers peuvent en effet acquérir un aspect solide leur permettant temporairement de ne plus être remis en cause (Latour & Woolgar, 1979; Briers & Chua, 2001; Alcouffe et al., 2008; Justesen & Mouritsen, 2011). A partir de cette situation, quelques travaux ont tenté d'analyser les conditions de l'émergence de cette boîte noire. C'est en particulier le cas de l'étude de Briers et Chua (2001). Celle-ci montre comment un outil de gestion (dans cet exemple un système de comptabilité de gestion) s'est construit en adéquation avec un contexte particulier et n'a pour un temps plus été remis en cause par les acteurs humains de l'organisation. C'est finalement une évolution de ce contexte, et la prise en compte de la fin de la cohérence entre ce système et le nouvel environnement, qui a progressivement permis une remise en cause du système en place avec la constitution d'une nouvelle alliance (Briers & Chua, 2001).

Cependant, cette perspective intéressante dans l'analyse des outils de gestion en place et des pratiques à son origine a été très peu développée dans les études de comptabilité de gestion, notamment par rapport aux très nombreux travaux se focalisant sur les processus de mise en œuvre de nouveaux outils de gestion et leurs conséquences pratiques (voir *Partie 3 – 4.2.1. La mise en œuvre des outils de gestion et ses conséquences dans les pratiques*). Dans cette situation de la littérature en comptabilité de gestion utilisant la théorie de l'acteur-réseau, le principal apport théorique de cette recherche concernera le développement d'une analyse précise de la réouverture ou de la déconstruction d'un outil de gestion : la « modification sans

coût ». Celle-ci, devenue une boîte noire donnée pour acquise et aujourd'hui non questionnée, sera ainsi examinée à travers les processus historiques ayant abouti à sa formation, et notamment les pratiques à son origine, dans l'activité de gestion des évolutions techniques de la production du Système.

PARTIE 4 – LA RECHERCHE-ACTION EFFECTUEE DANS L'ACTIVITE DE GESTION DE CONFIGURATION DU PROGRAMME DE PRODUCTION DU SYSTEME ET L'EMERGENCE DE LA « MODIFICATION SANS COÛT »

Après avoir décrit le contexte industriel, défini le positionnement épistémologique et méthodologique, ainsi que présenté la revue de littérature et précisé le cadre théorique dans lequel s'est inscrite cette étude, la recherche-action menée dans l'activité de gestion des modifications de la production du Système pour répondre à la question de recherche va maintenant être développée. Le choix de ce domaine de recherche répond tout d'abord à l'importance de cette question pour l'Entreprise dans le contexte industriel actuel et au peu de données disponibles pour appréhender cette activité dans l'organisation (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*). Mais il résulte également du peu d'études disponibles, dans la littérature en général et en comptabilité de gestion en particulier, analysant l'appréhension économique du changement dans une production complexe (voir *Partie 3 – 2. Les évolutions techniques et leur gestion dans une production complexe*) et, plus précisément, le processus d'émergence des outils de gestion à partir des pratiques ainsi que leur rôle dans l'organisation (voir *Partie 3 – 4.2.2. L'étude limitée de l'origine des outils de gestion en place à travers l'analyse des processus ayant abouti à leur émergence*).

C'est pourquoi, à partir de cette situation de départ, un certain nombre d'éléments ont été apportés pour pouvoir caractériser la gestion des évolutions dans l'organisation et notamment développer sa dimension économique. La question de recherche se rapportant aux conditions de l'émergence de la « modification sans coût » en tant qu'outil de gestion, trois étapes majeures se sont déroulées successivement au cours de la recherche-action :

- la caractérisation de l'activité de gestion de configuration à travers la détermination de la nature des décisions prises en Commission ;

- l’identification et l’analyse de la question clé du filtrage des demandes d’évolutions proposées ;
- l’émergence de la « modification sans coût » dans l’activité de gestion de configuration.

Ainsi, grâce au développement de données permettant l’appréhension de la situation dans l’activité de gestion des évolutions, la question centrale du filtrage des propositions de changement pour l’organisation a été mise en évidence. Alors que la démarche de recherche permettra de constater que le filtre effectué dans les processus est très limité, l’absence de contrainte économique dans la prise de décision est apparue comme un élément clé de cet état de fait. Dans ce contexte, le processus d’émergence d’un outil de gestion telle que la « modification sans coût », dans lequel le chercheur a eu un rôle clé, donne une perspective d’analyse particulièrement intéressante et qui sera par conséquent largement développée. A la suite de la présentation de cette démarche de recherche-action, l’émergence d’un plan de transformation de l’activité de gestion de configuration mis en œuvre dans l’Entreprise sera décrite. Si les recommandations de ce groupe de travail ne correspondent pas aux conclusions du chercheur, elles seront utilisées dans le cadre de la discussion qui sera proposée par la suite.

1. LE ROLE ET LES DECISIONS DE LA COMMISSION

Le sujet de recherche portant sur la gestion économique des évolutions (voir *Partie 1 – 3. Le sujet de la recherche : les modifications et leur gestion dans la production du Système*), la recherche-action a débuté par l'acquisition d'une bonne connaissance de la situation autour de cette activité (voir *Partie 2 – 3.1. La première étape : la compréhension de l'environnement*). Un travail de caractérisation des décisions organisationnelles relatives aux évolutions techniques a ainsi été caractérisé. Dans ce cadre, l'un des premiers constats effectué est le manque de données et d'indicateurs disponibles au début de cette recherche (voir *Partie 4 – 1.1. La rareté des indicateurs disponibles et l'identification du rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration*). A partir de ce point de départ, une base de données a été constituée sur les modifications et la gestion de configuration, avec une focalisation sur le processus d'autorisation qui se concentre autour du rôle clé de la Commission[32]. Les données obtenues autour des décisions prises en Commission et de la nature des évolutions autorisées en fonction de leurs auteurs et de leurs justifications seront développées ici. Ces résultats et leur présentation aux acteurs de l'Entreprise impliqués dans la gestion de configuration ont ensuite orienté la recherche-action autour d'une question clé : le filtrage des propositions de modifications.

1.1. La rareté des indicateurs disponibles et l'identification du rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration

1.1.1. Le constat initial : la rareté des indicateurs disponibles

Un paradoxe est apparu dès le début de la recherche. D'un côté, la gestion de configuration est considérée comme une activité clé pour l'organisation, notamment dans le contexte actuel de plus en plus contraignant de ces dernières années qui jette un œil nouveau sur la gestion économique de cette activité (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*). D'un autre, avant cette étude, peu de données (et d'indicateurs) étaient disponibles pour pouvoir analyser la situation de la gestion des modifications, son évolution et les potentiels leviers d'action à la

[32] Le processus d'instruction et d'application des modifications n'est lui pas traité dans cette recherche.

disposition des acteurs impliqués. Un indicateur n'existant qu'en fonction d'une question qui a été posée soit par des responsables hiérarchiques, soit par des acteurs de terrain, le constat de leur faible nombre semble *a priori* montrer la relative faiblesse d'un intérêt concret porté sur les conséquences (notamment en termes de coûts) de la mise en œuvre de modifications. Ainsi, au début de cette étude, seuls deux types d'indicateurs étaient en effet présents dans l'organisation pour gérer ces activités : des indicateurs de flux utilisés par l'équipe de gestion de configuration, des indicateurs globaux de l'activité de gestion des modifications.

Les premiers sont utilisés par l'équipe de gestion de configuration dans son activité quotidienne (Entreprise, 2007a; 2008b). Il s'agit d'indicateurs de flux qui mentionnent le nombre de dossiers traités ou en attente à chaque étape du processus (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). Ces indicateurs sont particulièrement utiles pour cette équipe puisqu'ils leur permettent d'organiser et de planifier leur charge de travail. Ils ne donnent cependant pas la possibilité de développer une analyse en profondeur de la nature des modifications et de l'état actuel de leur gestion, puisqu'ils sont simplement liés à l'organisation de l'activité de gestion de configuration dans l'organisation. Les seconds correspondent aux indicateurs globaux mesurant la situation de l'activité de gestion des évolutions. Aujourd'hui, un seul indicateur de ce type est disponible : le nombre de demandes de modifications autorisées mais non encore appliquées, c'est-à-dire acceptées en Commission mais toujours en phase d'instruction (Entreprise, 2008c). L'information donnée par cet indicateur a par exemple été à l'origine d'une action corrective sur ces évolutions techniques ouvertes qui a abouti à la création d'un groupe de travail spécifique (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système* et *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications*). Cependant, cet indicateur ne permet pas non plus une étude plus approfondie des modifications et de la situation actuelle de la gestion des évolutions pour la production du Système. En effet, il ne s'agit d'une part que de l'évaluation de dossiers de changement encore ouverts. Et, d'autre part, le fait que les modifications soient simplement comptées et représentées comme une masse globale et indifférenciée déforme la situation (Mouritsen, 1999).

Compte-tenu de la faiblesse des données et des indicateurs disponibles pouvant caractériser les évolutions techniques appliquées au produit, il était difficile de proposer une analyse en l'état sur la situation de la gestion des modifications. Il a donc fallu construire des outils et des

indicateurs destinés à appréhender les modifications et l'activité de gestion de configuration dans la production du Système. En particulier, l'appréhension de l'émergence de la « modification sans coût » nécessitait une compréhension significative de cette activité. Etant donné que celle-ci est crée par une décision de la Commission (voir *Partie 1 – 4.2.1. L'apparition de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*), c'est autour de cet organisme tenant un rôle clé dans le processus de gestion de configuration que s'est développé la recherche.

1.1.2. Le rôle clé de la Commission

Le rôle clé de la Commission dans l'activité de gestion de configuration est défini par la documentation interne et a été confirmé par les acteurs de l'Entreprise. Premièrement, la documentation interne de l'Entreprise souligne l'importance de la Commission dans l'activité de gestion des modifications et en particulier dans le processus de décision (Entreprise, 2007a; 2007c; 2008b). Déjà, l'avis de l'Entreprise sur une demande de changement est défini par cet organisme. En effet, la Commission doit adopter une position technique et économique pour le compte de l'Entreprise au regard de la demande formulée par un acteur qui peut tout aussi bien être interne ou externe à l'organisation. Mais surtout, la Commission est l'organe décisionnaire pour les modifications de groupe 2 et co-décisionnaire (avec les clients) pour celles de groupe 1 (*Partie 1 – 3.3.2.3. La prise de décision en Commission*). C'est donc à son niveau que la demande devient, en cas d'autorisation, un changement acté par l'Entreprise qui sera ensuite mis en œuvre sur le produit et/ou sa documentation. Dans cette perspective, la Commission a notamment une grande responsabilité par rapport au volume des demandes autorisées puisqu'elle a une fonction de filtre des évolutions proposées (Entreprise, 2008b).

Deuxièmement, ce rôle clé de la Commission, dans les processus en général et dans la prise de décision en particulier, a été confirmé par l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion de configuration rencontrés soit au cours d'entretiens, soit lors de participations aux réunions du processus. Ce sont les deux acteurs les plus hauts placés hiérarchiquement, à savoir le responsable de l'équipe de gestion de configuration et le responsable du Programme présidant les réunions du processus, qui le soulignent d'ailleurs le plus clairement. Pour le premier, la Commission, en décidant de l'autorisation ou non de la demande de modification, est l'organisme clé et la plus-value de l'Entreprise en tant que maître d'œuvre dans ce processus

(Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). Pour le second, la Commission est l'interface clé avec les clients et c'est celui par lequel il faut justifier l'intérêt de la modification, vérifier ses conséquences et prendre les décisions pertinentes qui seront ensuite remontées ou non aux clients (Responsable Programme 1, 2009; 2011b).

La Commission étant l'organe clé de l'Entreprise dans la gestion des modifications, c'est donc principalement à son niveau que s'est mise en œuvre la recherche. Pour cela, la nature des décisions prises en Commission a tout d'abord été mesurée, puis les demandes de modifications autorisées ont été ensuite caractérisées selon leurs auteurs et leurs justifications.

1.2. Les décisions prises par la Commission

1.2.1. Méthodologie

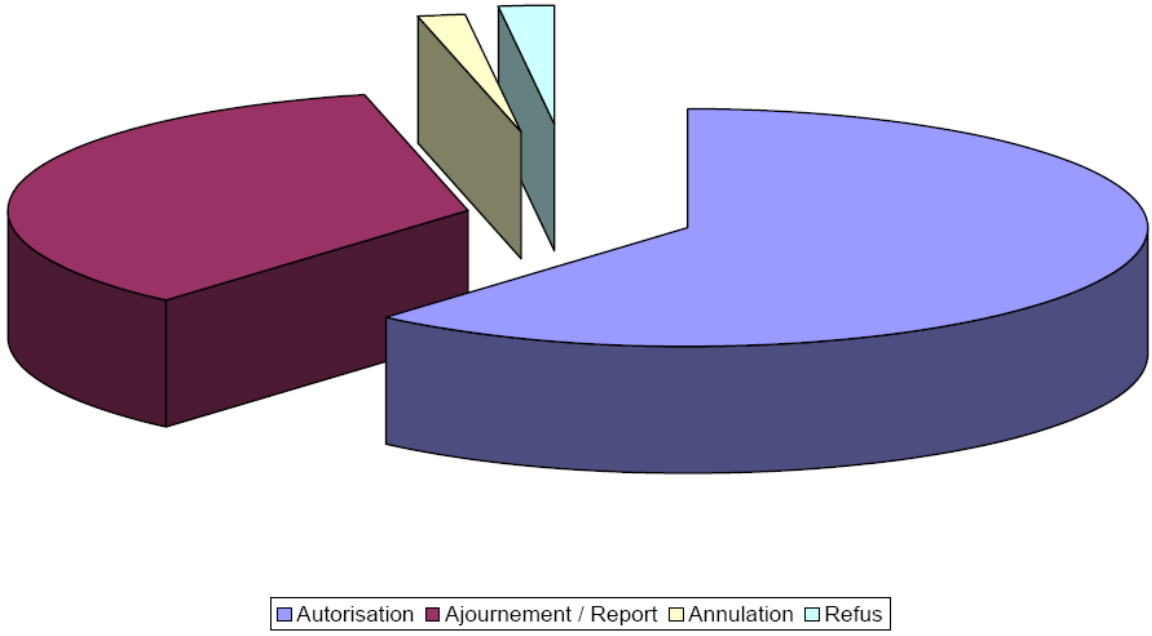
Au cours de l'année 2009, les décisions prises par la Commission sur l'ensemble des demandes examinées, et communiquées à travers les comptes-rendus de sessions, ont été systématiquement relevées (Entreprise, 2009a). Cela a permis d'obtenir une répartition des différents types de décisions prises en Commission (voir les chiffres détaillés en *Annexe 1*). Ces résultats ont ensuite été présentés aux acteurs de l'Entreprise impliqués dans la gestion de configuration au cours d'entretiens individuels et collectifs, de manière à recueillir leur avis par rapport à cette répartition (voir *Partie 2 – 3.3. La troisième étape : la recherche sur l'activité de gestion des modifications*).

1.2.2. Résultats et limites

Les résultats obtenus au regard des décisions prises par la Commission sont représentés ci-dessus (*Graphique 8*). Sur les centaines de modifications proposées par an pour la production du Système, la majorité des demandes sont autorisées par la Commission (55-65 %). Par ailleurs, un nombre significatif d'entre elles devront être représentées lors une session ultérieure en raison d'un ajournement ou d'un report (30-40 %). L'absence de décision de la Commission dans ces situations peut être justifiée par la demande d'informations

complémentaires concernant la proposition de modification ou encore par la sollicitation d'avis supplémentaires au regard des éléments présents dans le dossier (*Partie 1 – 3.3.2.3. La prise de décision en Commission*). Pour le reste, seul moins de 2 % des demandes présentées sont refusées (la demande est rejetée dès le départ) et seul moins de 2 % sont annulées (une autorisation a été donnée précédemment mais cette décision est donc par la suite annulée). Par conséquent, le total de ces propositions refusées et annulées est donc inférieur à 5 %.

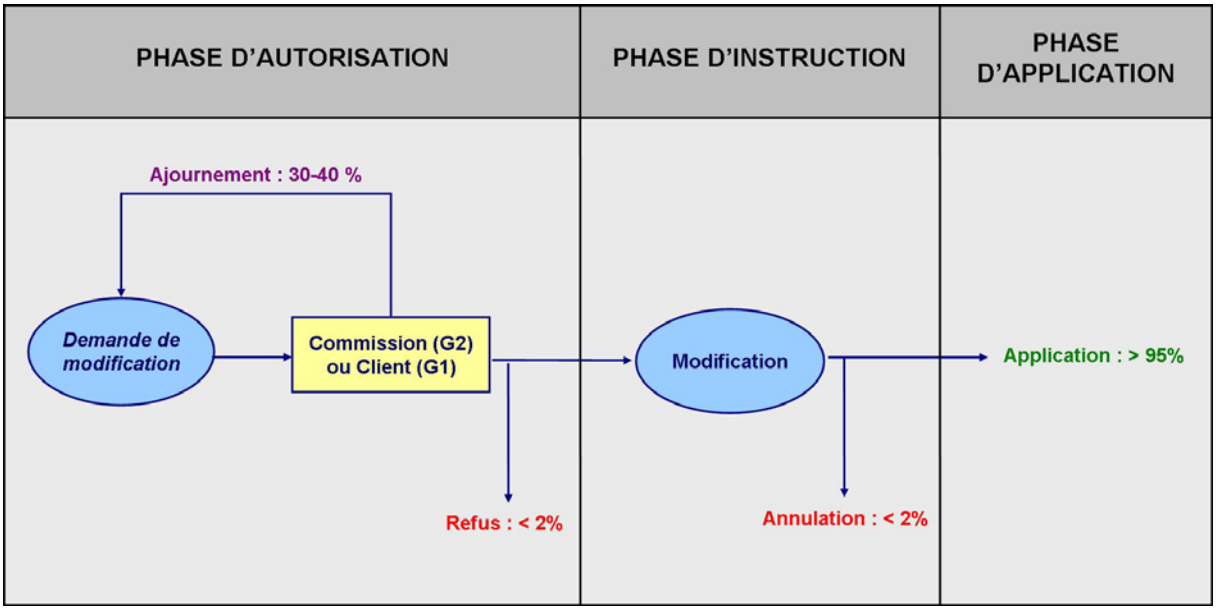
GRAPHIQUE 8



Répartition des décisions de la Commission en 2009

A partir de ces résultats, une synthèse du flux entrant des demandes d'évolutions, au regard des décisions prises dans le processus de gestion de configuration, a pu être construite (voir *Graphique 9*). Celle-ci se fonde donc sur les décisions prises en Commission, ainsi que sur le processus de gestion de configuration décrit précédemment (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). Le flux de décisions représenté ci-dessous permet de mettre en évidence le fait que la très grande majorité des demandes de modifications est en fin de compte appliquée (plus de 95 %), bien que cela puisse être à plus ou moins long-terme compte-tenu du temps de traitement des évolutions (Entreprise, 2008c) (voir *Partie 1 – 3.3.2. Le processus étape par étape*).

GRAPHIQUE 9



Synthèse du flux entrant des demandes de modifications

Il est important de préciser ici que les résultats de cette étude n'évaluent pas la répartition des décisions prises par les clients et, en particulier, celles concernant les modifications de groupe 1 où ceux-ci sont co-décisionnaires. Cependant, les décisions des clients se retrouvent indirectement dans celles de la Commission qui sont mesurées ici. En effet, si les clients suivent la décision prise en Commission, l'uniformité des décisions entre les clients et l'Entreprise ne modifie pas la répartition obtenue. Si, au contraire, les clients refusent la demande d'évolution validée par l'Entreprise (ou inversement), cette proposition devra être de nouveau examinée lors d'une session future de la Commission pour être finalement annulée (ou acceptée). La répartition précédente inclut donc ces cas de figure puisqu'il y a bien une décision conforme de la Commission par rapport à celle du client. Seule l'éventualité de décisions successives contraires, à savoir un refus puis une acceptation ou encore une acceptation puis une annulation, n'est pas prise en compte ici. Dans ces situations, les deux décisions ont été comptabilisées alors qu'une seule s'applique en fin de compte sur la demande émise. Malgré cela, et compte-tenu de la faiblesse du pourcentage des refus et des annulations, ces cas de figure n'ont pas été considérés comme modifiant significativement les données recueillies.

1.2.3. Présentation aux acteurs de l'Entreprise

Ces résultats obtenus, ils ont ensuite été présentés devant les acteurs de l'Entreprise impliqués dans l'activité de gestion des évolutions techniques qui ont principalement réagi sur le niveau de demandes refusées par la Commission. Dans cette perspective, la nature des décisions prises par la Commission, et en particulier le taux de refus, a différentes significations selon les acteurs de l'Entreprise considérés. Certains, en soulignant la faible proportion de refus ou d'annulations en Commission, ont questionné l'effectivité du rôle décisionnaire de la Commission :

> « On refuse quand même très peu de demandes. » (Responsable Qualité, 2010) ;

> « Il faut reconnaître qu'aujourd'hui la Commission est plus une chambre d'enregistrement des demandes qu'un véritable organisme de décision. » (Ingénieur 1, 2009) ;

> « Peu de demandes de modifications sont refusées. Cela entretient le système. Précédemment j'ai été avec un chef qui refusait systématiquement les modifications. On en avait donc beaucoup moins, surtout en production. Là on n'a pas une industrialisation suffisante.» (Ingénieur 2, 2009) ;

> « L'action de la Commission est aujourd'hui plus de vérifier la conformité de la demande de modification que d'être un véritable organe de décision. Il est bien sûr nécessaire de vérifier la conformité de la demande, notamment par rapport aux impacts qu'il peut y avoir à d'autres endroits du système. Mais l'absence d'une véritable prise de décision pose un problème surtout que l'on fait face à un nombre important de propositions. En les autorisant presque, on envoie également un signal pervers pour les futures demandes, puisque les personnes savent que la Commission les acceptera pratiquement toujours. On est donc dans un système qui s'auto-entretient. » (Responsable Programme 2, 2009a) ;

> « De mon point de vue, le problème clé c'est celui de la prise de décision en Commission. Vu le faible nombre de modifications refusées, on peut déjà se demander si la Commission est un vrai organe de décision ou si c'est simplement une gare de

triage qui vérifie la conformité et qui répartit entre groupe 1 et groupe 2. […] Or, les décisions prises en Commission doivent être considérées comme de vraies décisions d'investissement. » (Contrôleur 4, 2010b).

Cependant, d'autres acteurs ont eux réagi différemment et ont adopté une position tout à fait différente au regard du niveau des modifications refusées en Commission :

« Sur la question du refus des demandes, on peut avoir une réaction rapide sur l'inutilité d'une démarche. Cependant, quand on se penche ensuite sur la question, on se dit que finalement ce n'est pas bête. Très rarement on a une suspicion par rapport à une négligence des personnes sur l'utilité de la demande. » (Responsable Programme 4, 2009) ;

« Les personnes ne prendront pas le temps de travailler sur un dossier s'ils pensent qu'il n'est pas nécessaire. » (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009b) ;

« L'auto-entretien est un lieu commun. L'amélioration permanente crée forcément cette entropie. Une autre solution pourrait être de les refuser par principe mais on serait les premiers punis vis-à-vis du client. » (Responsable Programme 1, 2009).

Cette répartition des décisions prises en Commission est une première base d'analyse de la nature des évolutions et de l'activité de gestion des modifications dans la production du Système. Cependant, cette seule connaissance n'est pas suffisante. En effet, si les décisions prises par la Commission ont un rôle clé dans le flux entrant des évolutions, l'appréhension des éléments en amont de ces décisions, tels que les auteurs et les raisons à l'origine de ces demandes, apparaît nécessaire pour caractériser la nature des évolutions et la situation de la gestion de configuration dans l'organisation.

1.3. Les auteurs des demandes de modification

Dans cette perspective, il a fallu identifier la source des demandes d'évolution, c'est-à-dire leurs auteurs. En effet, au cours de discussions informelles avec différents acteurs du Programme de production durant les premiers mois de la recherche, certains paradoxes dans leurs discours sur cette question ont pu être relevés. Pour certains d'entre eux, les acteurs externes, tels que les clients et les sous-traitants, avaient une part prépondérante dans l'élaboration des demandes d'évolution. Pour d'autres, le système de création des modifications était largement entretenu en interne de l'Entreprise. Il semblait donc important de pouvoir développer une répartition des demandes de modifications selon leurs auteurs.

1.3.1. Méthodologie

La méthodologie utilisée pour construire cette répartition est fondée sur un élément renseigné dans le document de demande de modification : le code demandeur. Ce code demandeur devient visible puisqu'il est automatiquement inclus dans la référence de la proposition de modification (Entreprise, 2007c; 2009a). Lors de chaque demande d'évolution, l'auteur de la proposition doit donc renseigner, selon son domaine d'activité, un code demandeur déterminé (Entreprise, 2007a; 2008b). Pour cela, une liste complète des demandeurs potentiels d'évolutions, qui permet à chaque auteur de renseigner son code, est disponible (Entreprise, 2008b). A partir de cette liste, ces codes ont été regroupés en trois grandes catégories selon qu'ils correspondaient :

- à une demande provenant d'un client (ensemble des codes liés au Client A, au Client B et au Client C) ;
- à une demande issue d'une activité de l'Entreprise (ensemble des codes relatifs à des travaux effectués par l'organisation) ;
- à une demande provenant d'un sous-traitant (ensemble des codes liés aux sous-traitants).

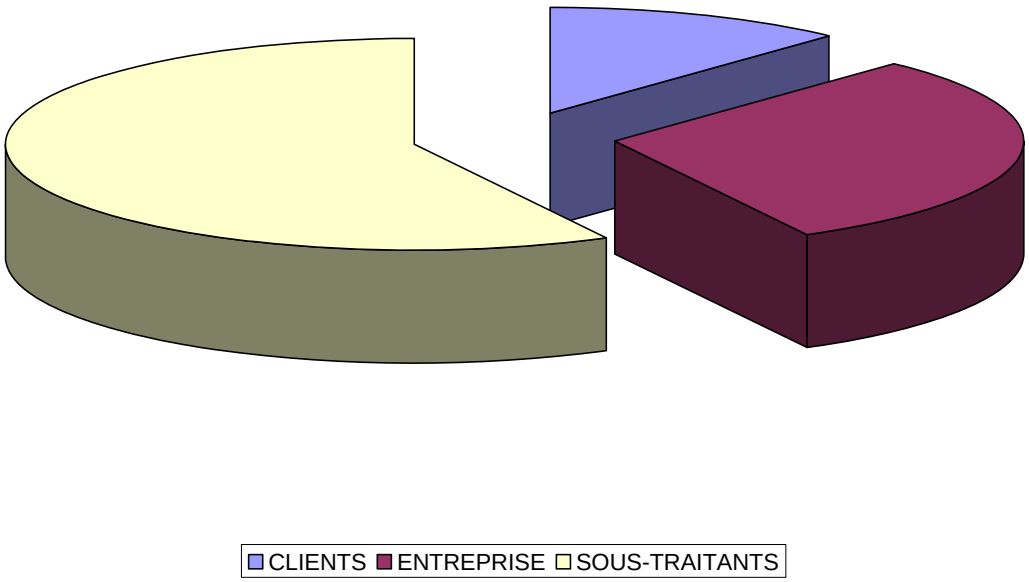
Les comptes-rendus des séances de la Commission, distribués en interne pour l'ensemble de l'année 2009, ont ensuite été utilisés. Les codes demandeurs de chaque proposition autorisée par la Commission y ont été systématiquement relevés et regroupés dans les catégories définies précédemment (client, Entreprise, sous-traitant). Les résultats ont ensuite été discutés

au cours d'entretiens individuels et des réunions collectives avec les acteurs de l'Entreprise impliqués dans la gestion de configuration.

1.3.2. Résultats et limites

Les résultats obtenus à travers cette démarche sont représentés dans le *Graphique 10* (voir également les chiffres détaillés en *Annexe 2*). Ils montrent que la majorité des demandes sont générées par des sous-traitants (55-65 %), le reste se départageant entre l'Entreprise (25-35 %) et les clients (5-15 %). Il convient cependant d'apporter dès à présent une nuance par rapport à cette répartition compte-tenu de la méthodologie utilisée. Celle-ci utilise un code précisant uniquement le rédacteur de la demande qui peut, dans certains cas, ne pas renvoyer au véritable auteur à l'origine de la demande. Par exemple pu constater, à quelques reprises lors de participations aux réunions du processus de gestion de configuration, certaines demandes rédigées par des acteurs de l'Entreprise (ayant par conséquent un code demandeur interne à l'organisation) provenaient en fait de propositions de clients ayant sollicité l'Entreprise pour écrire formellement la demande (Entreprise, 2009a). Dans ces situations, l'information mesurée indique une origine interne à l'Entreprise, alors que c'est bien un client qui en est à la source. Cependant, compte-tenu de la rareté de ces cas de figure, ils ont été considérés comme non significatifs sur un échantillon de plusieurs centaines d'évolutions.

GRAPHIQUE 10



Répartition des auteurs des modifications autorisées en Commission

1.3.3. Présentation aux acteurs de l'Entreprise

Une fois obtenue, cette répartition a par la suite été présentée aux acteurs de l'Entreprise impliqués dans la gestion des modifications. Leurs réactions ont principalement porté sur l'importance des évolutions issues de demandes internes :

> « La question du management c'est pourquoi il y a tant de modifications ? Est-ce dû aux clients ? Et bien on voit que non. » (Responsable Qualité, 2009) ;

> « Les changements concernent beaucoup de demandes internes. » (Responsable Programme 3, 2009) ;

> « Il faut souligner qu'on est à l'origine d'une part importante de modifications. […] Si ce sont les sous-traitants qui rédigent plus de la moitié des demandes, il faut rappeler que ceux-ci sont en charge de plus des trois-quarts des activités de production. Vu leur

activité sur le Système, cette proportion n'est donc pas choquante. » (Contrôleur 1, 2008) ;

« Contrairement aux anomalies qui sont des perturbations que nous subissons, nous devrions maîtriser les modifications qui sont des perturbations où le plus souvent nous avons la main. » (Contrôleur 3, 2009).

Les informations sur la répartition des demandes de modifications selon leurs auteurs permettent donc notamment de montrer l'importance des demandes issues l'Entreprise dans le flux entrant des modifications, que ce soit en termes de volume (environ un tiers des demandes), de poids relatif par rapport aux activités de la production du Système (le travail de l'Entreprise représente moins d'un quart de la production totale) mais aussi de responsabilité industrielle (en tant que maître d'œuvre, l'Entreprise est responsable des activités des sous-traitants). Au-delà de la source des modifications, il reste cependant à comprendre les raisons pour lesquelles ces demandes sont effectuées.

1.4. Les justifications des demandes de modifications

1.4.1. Méthodologie

Contrairement au relevé des auteurs de demandes de modifications, où des données renseignées systématiquement dans le processus avaient pu être utilisées, aucune information établissant les raisons des demandes de modification n'était disponible. On peut noter ici que l'absence de ce type d'information pour la gestion des évolutions est *a priori* étonnante puisque ces données sont disponibles dans d'autres processus de l'Entreprise, par exemple dans le cas de la gestion des anomalies[33]. L'absence de structure en place dans l'activité de gestion de configuration ne signifie donc pas forcément la présence d'un problème technique, puisqu'il en existe pour d'autres processus.

[33] Dans cette activité, de nombreux codes sont par exemple renseignés sur l'origine de l'anomalie, le type de défaut ou encore le métier responsable (Ghélardi, 2008b).

Dans cette situation, la notion de justification de la modification a tout d'abord été définie. Celle-ci correspond à *la raison pour laquelle la demande de modification a été faite à l'origine*, c'est-à-dire sa *cause racine*. A partir de cette définition, une classification dont l'objectif a été de construire une vision des différents types de demandes de modifications autorisées par la Commission selon leur justification a été élaborée. Celle-ci a tout d'abord été élaborée à partir des observations effectuées lors des premières participations aux sessions de la Commission courant 2008. Cette première version a ensuite été progressivement complétée et amendée lors de discussions informelles et en collaboration avec les acteurs présents en Commission, de manière à construire une liste exhaustive et exclusive des évolutions techniques en fonction de leur justification. Cette classification a ensuite été testée par différents acteurs impliqués dans cette activité (ingénieurs, contrôleurs), avant d'être finalement validée par le responsable de l'équipe de gestion de configuration (2009a). Cette dernière version comporte deux niveaux de caractérisation (voir *Tableau 1*) :

- un niveau général qui distingue les justifications internes, les justifications externes et les obsolescences ;
- un niveau plus détaillé qui précise chacune des trois catégories générales.

TABLEAU 1

Caractérisation des modifications	Définitions
Répondre à une demande/contrainte externe	***Concerne les modifications liées à des demandes/contraintes extérieures à la production au niveau de l'Entreprise***
Demande client final	Demandes du client final (Client A, Client B, Client C)
Missionisation	Modifications permettant l'adaptation du Système à sa mission spécifique
Développement	Modifications concernant des évolutions ou des compléments de développement
Changement environnement	Modifications relatives à des changements d'environnement : évolutions réglementaires, modifications chez le sous-traitant, changements de leurs fournisseurs ...
Traiter une obsolescence	***Concerne les modifications consécutives à la survenue d'obsolescences***
Composant	Défaillance d'un produit
Fournisseur	Défaillance d'un sous-traitant
Moyen	Défaillance d'un outil
Résoudre un problème/besoin de la production en interne	***Concerne les modifications liées à des problèmes/besoins internes à la production au niveau de l'Entreprise***
Amélioration performance / qualité / fiabilité	Modifications destinées à améliorer l'état du Système (action a priori)
Traitement des anomalies / incidents	Modifications destinées à éviter le traitement d'anomalies/incidents en intégrant la situation dans la configuration (action a posteriori)
Optimisation de production (réduction coûts, délais)	Modifications visant à réduire les coûts et délais de production
Mise à jour documentaire	Modifications dont l'objet principal est la mise en conformité de la documentation

Classification des demandes de modifications selon leur justification (perspective du Programme de production du Système)

Cette version de la classification a par la suite permis d'évaluer et d'établir la répartition des demandes d'évolution en fonction de leur justification. Elle a en effet été utilisée lors des participations aux sessions de la Commission durant l'année 2009. Pour cela, le type de justification de la modification a été systématiquement renseigné en collaboration avec les acteurs présents en réunion. Ce travail en séance a de plus été régulièrement repris *a posteriori* avec certains acteurs impliqués dans le processus (ingénieurs, contrôleurs) pour vérifier les données renseignées. Lors de cette démarche, il est important de préciser que chaque choix s'est fondé sur deux éléments. Tout d'abord, et naturellement, sur l'information fournie dans le document de demande. Mais aussi sur les discussions des acteurs pendant la séance, les questions posées et les comptes-rendus de la réunion. Une fois les résultats obtenus, ils ont été présentés individuellement et collectivement à l'ensemble des acteurs de l'Entreprise impliqués dans la gestion de modifications, afin de mettre en évidence leurs positionnements vis-à-vis de cette répartition.

1.4.2. Résultats et limites

Les résultats qui ont été obtenus sur la répartition en 2009 des demandes de modifications autorisées selon leur justification sont présentés dans le *Tableau 2*. On peut relever que si une proportion non négligeable est liée à des demandes ou contraintes externes (15-25 %) et dans une moindre mesure aux obsolescences (10-20 %), la majorité des évolutions répond à des besoins internes de production (60-70 %).

TABLEAU 2

Caractérisation niveau 1	Caractérisation niveau 2	
Demande/Contrainte Externe	Demande client final	moyen
	Développement	moyen
	Changement environnement	faible
	Missionisation	moyen
Total Demande/Contrainte Externe		**15-25%**
Obsolescences	Composant	moyen
	Fournisseur	faible
	Moyen	faible
Total Obsolescences		**10-20%**
Interne Production	Amélioration performance, qualité, fiabilité	significatif
	Traitement des incidents/anomalies	significatif
	Optimisation production	faible
	Mise à jour documentaire	significatif
Total Interne Production		**60-70%**

Répartition des modifications autorisées selon leur justification (2009)

Deux limites à ces résultats peuvent cependant être mises en avant. La première est liée à la part de subjectivité qui est présente dans la construction de la classification et dans les choix sur l'identification des justifications. Cependant, compte-tenu du positionnement épistémologique adopté dans cette recherche, cette dimension subjective ne peut constituer ici une limite puisqu'elle fait partie d'une volonté de transformation qui fonde la validité de ce type de démarche (voir *Partie 2 – 1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme*). La seconde concerne une difficulté récurrente rencontrée pour le choix de la justification des demandes entre différentes catégories. En effet, dans de nombreux cas, plusieurs types de justifications auraient pu être renseignés[34]. La stratégie alors adoptée a consisté à rechercher la justification première de la modification, c'est-à-dire le fait générateur originel de la demande. A titre d'illustration, des situations se sont présentées où les justifications « obsolescence du composant », « traitement d'une anomalie » ou encore « optimisation de la production » auraient pu être utilisées. Dans ce cas de figure, il a par exemple pu être constaté que la justification première de l'évolution était le traitement d'une obsolescence. Le changement de ce composant permettait ensuite d'éviter la survenance d'anomalies récurrentes (qui avaient été subies par le passé avec l'ancien composant) et fournissait également l'occasion d'optimiser la production en raccourcissant les délais d'approvisionnement (avec l'utilisation d'un nouveau composant). Dans ce cas de figure, la justification « obsolescence du composant » a ainsi été renseignée.

[34] Cela constitue d'ailleurs un problème typique de saisie avec des codes préétablis dans une base de données.

Si cette stratégie a permis d'identifier les justifications originelles des évolutions, elle pose cependant une limite nouvelle par rapport aux résultats obtenus. En effet, cette situation souligne le fait qu'une modification peut avoir plusieurs justifications et que les données prises en compte n'intègrent qu'une partie de celles-ci. Elles ne rendent donc pas forcément toujours compte de l'ensemble des éléments justifiant l'origine de la demande d'évolution. Il a cependant été considéré que d'une part, dans les cas où une justification émergeait clairement, celle-ci était une bonne approximation de la justification globale de la demande. Et que, d'autre part, dans les cas où plusieurs justifications étaient envisageables, la recherche du fait générateur originel était l'élément le plus pertinent à mesurer pour proposer une analyse des causes à la source des modifications

1.4.3. Présentation aux acteurs de l'Entreprise

La présentation de ces résultats aux acteurs de la gestion de configuration de l'organisation a principalement suscité des réactions sur la proportion des modifications liées à des améliorations de performance, de qualité et de fiabilité. Pour certains acteurs, le niveau de ce type d'évolutions est (très) élevé pour un système en phase de production :

> « Le chiffre à retenir c'est le nombre important de modifications d'amélioration de la qualité et de la fiabilité. Cela veut dire qu'on a un produit pas défini. C'est un défaut d'industrialisation. » (Responsable Programme 1, 2009) ;

> « Le niveau d'améliorations et d'optimisations est étonnant, cela correspond environ à un-tiers des modifications. […] On est dans un processus d'amélioration constante. » (Responsable Programme 2, 2009b) ;

> « Cela montre concrètement qu'on est dans un processus d'amélioration permanente. » (Ingénieur 4, 2009b) ;

> « Pratiquement un tiers des demandes est superflu. » (Responsable Qualité, 2009) ;

> « On peut bien sûr relever la part élevée des modifications pour l'amélioration de la qualité. Dans ce contexte, il ne faut se rappeler des caractéristiques spécifiques

d'utilisation du Système. Alors que pour d'autres produits un surplus de qualité peut avoir des conséquences positives, par exemple en durée de vie et d'utilisation, on ne peut pas appliquer le même raisonnement au Système. Faire du surplus de qualité sur celui-ci c'est juste pour le plaisir d'avoir un plus joli produit, mais ça ne sert pas » (Contrôleur 3, 2009).

Pour d'autres au contraire, cette situation se justifie dans le cas de la production d'un système d'une telle complexité :

« Pour les modifications liées à des améliorations de qualité, […] dans l'absolu les données relevées sur cette catégorie ne sont pas forcément scandaleuses. » (Responsable Programme 4, 2009) ;

« C'est la philosophie de gestion de configuration du Système. Les décisions entourant le produit relève de la gestion de configuration. Les modifications sont des actes qualité et elles assurent la traçabilité du produit. » (Responsable Programme 1, 2009).

D'autres encore ont adopté une position intermédiaire soulignant le processus d'amélioration permanente mis en évidence dans l'activité de gestion des modifications, mais aussi l'absence de surqualité dans la production :

« Pour les améliorations de performance, les équipes techniques cherchent toujours à faire mieux sur le produit. La problématique de notre culture actuelle dans la société est qu'on ne fait pas ce qui est nécessaire et suffisant. Cela peut en partie s'expliquer par le fait que 40 à 50% des personnes de la production viennent du développement. Ils ont l'habitude de travailler avec des évolutions par la mise en œuvre de modifications. On est beaucoup plus dans une politique de « *nice to have* ». Tout cela fait qu'on s'oriente systématiquement vers la solution qui n'est pas la moins chère, mais ce n'est pas pour ça qu'on fait de la surqualité. » (Ingénieur 1, 2009) ;

La présentation des résultats autour des justifications des demandes de modifications a donc entraîné de multiples réactions parmi les acteurs de la gestion de configuration de l'Entreprise. Si différentes opportunités de recherche pouvaient être envisagées à partir de ces

données, c'est la question de la maîtrise du flux entrant des évolutions et donc du filtrage des propositions qui a progressivement émergé.

1.5. L'émergence de la question du filtrage des demandes de modifications

Alors qu'auparavant peu de données étaient disponibles sur l'état de la gestion de configuration, ce travail initial a permis de mettre en évidence les types de décisions prises par la Commission et de caractériser les demandes d'évolutions autorisées selon leurs auteurs et leurs justifications. A partir de ces informations, ainsi que des réactions qu'elles ont suscitées parmi les acteurs de la gestion des modifications, c'est la maîtrise du flux d'entrée des propositions de modifications qui apparaît comme une question clé. En effet, si la majorité des demandes ne provient pas à l'origine de l'Entreprise, l'idée que celle-ci ait la main sur une proportion importante d'évolutions est largement partagée étant donné que les contraintes externes sont minoritaires, que les demandes des sous-traitants (majoritaires) sont sous la maîtrise d'œuvre de l'Entreprise et que les besoins internes de la production représentent les deux-tiers des propositions (voir *Partie 4 – 1.3. Les auteurs des demandes de modification* et *Partie 4 – 1.4. Les justifications des demandes de modifications*).

Dans cette situation, et alors que la Commission est considérée par les acteurs comme l'organisme clé de l'Entreprise dans l'activité de gestion de configuration, les raisons du faible taux de refus des propositions sont aujourd'hui largement discutées (voir *Partie 4 – 1.1. La rareté des indicateurs disponibles et l'identification du rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration* et *Partie 4 – 1.2. Les décisions prises par la Commission*). Si pour certains acteurs ce faible taux de refus n'est pas un indicateur d'une absence de filtre, pour d'autres cette information remet en cause le rôle décisionnaire de la Commission. En conjuguant ce débat aux questionnements soulevés par la nécessité ou l'utilité de certains types de modifications, et notamment celles liées à des « améliorations de performance, qualité et fiabilité », c'est bien un dilemme autour du filtrage des demandes d'évolutions non-nécessaires pour l'Entreprise qui émerge. C'est pourquoi la recherche-action s'est ensuite poursuivie dans le but d'appréhender en profondeur la notion de filtre des propositions de modifications.

2. LA QUESTION DU FILTRAGE DES PROPOSITIONS D'EVOLUTIONS ET LA MISE EN EVIDENCE DES « MODIFICATIONS STRICTEMENT NECESSAIRES »

La question de la pertinence d'un filtrage des demandes de modifications émerge donc des premières données recueillies sur le terrain et constitue l'un des axes clés de cette recherche. Dans cette perspective, les acteurs de l'Entreprise ont adopté différents positionnements au regard du nombre de modifications autorisées et, indirectement, du niveau de filtre des demandes non-nécessaires. Face à cette situation, plusieurs champs théoriques permettant d'expliquer ces multiples points de vue ont été mobilisés. Si l'émergence de propriétés nouvelles est l'une des caractéristiques de ce type de production complexe (Hobday, 1998; Hobday et al., 2000; Belleval, 2008), cette forme d'innovation a besoin d'être contrôlée par l'organisation afin d'éviter l'application de modifications non-nécessaires (Diprima, 1982; Reidelbach, 1991; Wright, 1997).

A partir de ce point de départ, un filtre des demandes de modifications dans le processus de gestion de configuration de l'Entreprise a ensuite été recherché, d'abord au niveau de la Commission, puis sur l'ensemble du processus de gestion de configuration. Les résultats obtenus montrant que ce filtrage des propositions est relativement limité, la question qui s'est posée est de savoir si cela signifiait que l'ensemble des évolutions autorisées étaient indispensables pour l'organisation. Dans cette perspective, la notion de « modification strictement nécessaire » a été définie de manière à évaluer la proportion des évolutions absolument indispensables à l'Entreprise. La présentation de ces résultats et les discussions qu'elle a engendrées parmi les acteurs de l'organisation permettra de remettre en perspective la question de la dimension économique dans la gestion des évolutions et la présence de « modifications sans coûts » au cœur de ce processus.

2.1. La diversité des points de vue des acteurs de l'organisation

Les éléments de terrain recueillis montrent la subsistance d'un grand nombre d'évolutions techniques dans le cas du Système, même si le produit est entré en phase de production depuis plus d'une décennie (voir *Partie 1 – 3.1. Les modifications dans la production du Système*). La fin de la phase du développement et le début de la production d'un produit signifient

généralement que ses caractéristiques techniques se stabilisent. Or, la situation dans le cas d'un produit complexe peut être différente et, dans le cas du Système, le volume de ces modifications reste donc aujourd'hui élevé malgré l'entrée dans la phase de maturité de la production. Par rapport à cette situation, différents points de vue peuvent être mis en évidence parmi les acteurs de l'organisation et seront appréhendés à travers les éléments de la littérature sur les PSC.

Face au constat du nombre important de modifications dans la production du Système, les acteurs de l'organisation ont en effet développé différents positionnements. La présentation des résultats caractérisant les demandes d'évolutions autorisées (voir *Partie 4 – 1. Le rôle et les décisions de la Commission*) a en effet révélé de multiples points de vue parmi les acteurs de la gestion de configuration sur cette question. D'un côté, une partie de ceux-ci souligne le caractère inhérent des évolutions dans ce type de production complexe :

> « [L'application de nombreuses modifications entre chaque produit] est intrinsèque au Système et on ne peut pas le changer. C'est le type d'activité et de production qui veut ça. On a donc des processus qui sont définis et dont le but est de gérer au mieux l'instruction et l'application des modifications. Il nous faut absolument tracer les évolutions et leurs conséquences pour maintenir une certaine maîtrise technique du produit. Le processus actuel fait qu'il faut tout tracer et, de fait, cette situation force à faire des modifications. C'est le côté pervers du système. » (Responsable Programme 2, 2009a) ;

> « On a intérêt à faire des modifications dans le cadre de la mission générale de l'Entreprise, c'est-à-dire en prenant en compte l'intérêt par rapport à une situation globale. Au-delà du jugement de la modification elle-même, il faut ramener le problème dans ses conséquences par rapport à la livraison du Système. » (Responsable Programme 1, 2009).

D'un autre côté, sans remettre en cause la survenance d'évolutions dans une production complexe, certains soutiennent qu'une partie significative de ces modifications n'est pas forcément indispensable :

« On se pose souvent la question du véritable intérêt technique de la modification. C'est vrai qu'on pourrait se dire que le fait d'avoir tant de modifications est un passage obligé dans la production d'un tel système. Malgré tout, dans une majorité de cas l'intérêt de la modification n'est pas évident et parfois il faut vraiment le chercher. […] En dehors de tracer les coûts et de donner un avis économique sur la demande, l'un des objectifs à moyen-terme est en fait de réduire significativement le nombre de modifications autorisées. Il n'est en effet pas normal qu'il y ait encore autant de modifications alors que l'on est dans une situation où la production s'accélère. » (Contrôleur 1, 2008) ;

« Il y a encore beaucoup trop de modifications qui sont autorisées si l'on veut considérer que nous sommes dans un processus d'industrialisation. Il nous faut absolument distinguer les modifications obligatoires de celles qui ne le sont pas. » (Contrôleur 3, 2009) ;

« La fin de la mission « *Modifications Killing* » est prévue pour bientôt. Au-delà de leurs objectifs concernant le nombre de dossiers à clore, des conclusions étaient attendues pour que la situation dégradée que nous avons connue ne se reproduise plus dans le futur. Cependant, à l'heure actuelle, la question de l'appréhension des nouvelles modifications reste ouverte puisqu'il n'y a apparemment pas de propositions pour résoudre le problème à ce niveau. On n'a donc aucune garantie que la situation ne se répète pas dans les années à venir. » (Contrôleur 4, 2010b).

Les acteurs de l'Entreprise ont donc des appréciations variées sur la signification du volume des modifications appliquées sur le Système. Afin de les comprendre et d'analyser cette situation à partir d'outils théoriques, la littérature sur les PSC (voir *Partie 3 – 1. Le domaine industriel du terrain de recherche : les Produits ou Systèmes Complexes*) et sur les évolutions techniques (voir *Partie 3 – 2. Les évolutions techniques et leur gestion dans une production complexe*) seront mobilisés et permettront de mettre en évidence la nécessité d'un filtrage dans ce type de processus.

2.2. La mise en évidence de la nécessité d'un filtrage des évolutions dans une production complexe

2.2.1. Les modifications en tant que caractéristique intrinsèque aux PSC

La description des caractéristiques des PSC tend à montrer qu'un niveau important de modifications est inhérent à ce type de production et notamment (Hobday, 2000; Hobday et al., 2000; Belleval, 2005b; 2008):

- le long cycle de vie qui augmente les possibilités d'évolutions ;
- les équipements de haute technologie utilisés qui doivent évoluer régulièrement ;
- la complexité de l'architecture du système qui fait qu'un changement sur un composant peut en entraîner sur d'autres composants ;
- l'implication forte du client qui peut entraîner de nombreuses adaptations aux besoins de celui-ci.

Compte-tenu de ces éléments, il ne semblerait donc pas étonnant que la production du Système, qui a été assimilé à un PSC particulier (voir *Partie 3 – 1.3.2. Le Système, un Produit ou Système Complexe particulier*), entraîne l'établissement et la mise en œuvre de nombreuses évolutions par rapport au référentiel défini lors de la qualification. Cela est d'autant plus le cas que la notion de référentiel peut d'ailleurs être discutée dans le contexte de la production d'un PSC comme le Système. L'idée d'un référentiel se retrouve en effet affaiblie par la difficulté à pouvoir tracer entièrement la production d'un système de cette complexité. Le nombre et la complexité des composants, mais aussi des tâches de production, font qu'il n'est pas possible de documenter l'ensemble des activités de production dans la référence définie lors de la phase de qualification. Si ce référentiel n'est donc pas totalement documenté, il évolue également tout le temps. Face à un environnement soumis à de nombreux événements imprévisibles, cette référence devra de ce fait largement évoluer pour prendre en considération les perturbations liées aux incertitudes de la production d'un système complexe. Dans cette situation, avec un référentiel partiellement documenté et évoluant tout le temps, deux éléments peuvent être soulignées. D'une part, les probabilités de modifications étant renforcées, la configuration d'un PSC comme le Système n'est pas figée et on ne peut pas considérer qu'il s'agit d'une production en (petite) série classique. D'autre part,

l'évolution continue du référentiel pose la question de la référence par rapport à laquelle la modification est effectuée.

Compte-tenu de l'ensemble de ces éléments, la littérature sur les PSC tend plutôt à justifier le nombre élevé de modifications qui apparaît donc comme une caractéristique intrinsèque de la production du Système. De la même manière, la littérature traitant de la gestion des évolutions techniques (voir *Partie 3 – 2. Les évolutions techniques et leur gestion dans une production complexe*) permet de prendre en compte les caractéristiques spécifiques de cette activité dans l'analyse des positionnements des acteurs.

2.2.2. La gestion de configuration et la pertinence d'un filtrage des demandes de modifications

La littérature sur la gestion des évolutions techniques souligne en particulier que la mise en place d'un contre-pouvoir pour filtrer les changements non-nécessaires est indispensable (Reidelbach, 1991). En effet, le volume d'évolutions techniques créé peut être exponentiellement égal au nombre d'ingénieurs employés, compte-tenu du fait que ces acteurs seront capables de trouver des justifications pour modifier, un, deux, dix et probablement des centaines de matériaux, processus ou parties du système (Diprima, 1982; Reidelbach, 1991). Cette situation fait que, très souvent, une évolution technique d'une utilité marginale ou non-nécessaire pour l'entreprise a la possibilité de s'imposer dans le processus de gestion de la production (Reidelbach, 1991). Cela est particulièrement le cas pour un PSC où littéralement des centaines ou même des milliers d'ingénieurs sont impliqués à un moment ou un autre du processus (Reidelbach, 1991). Un contrôle des évolutions techniques au niveau de l'organisation est donc nécessaire, car il est toujours préférable de contrôler les évolutions techniques, plutôt que d'arriver à une situation où ce soient elles qui contrôlent l'activité (Saeed et al., 1993). Il est donc nécessaire pour l'organisation de mettre en place des processus pour contrôler le flux d'entrée des modifications, afin d'éviter la mise en œuvre d'évolutions non indispensables.

Ces éléments permettent d'expliquer les réserves émises par un certain nombre d'acteurs de la gestion de configuration sur le nombre élevé de modifications. Celles-ci semblent ainsi liées à

la considération d'une absence de contrôle des demandes à l'origine de la mise en œuvre d'évolutions non indispensables pour l'organisation. Dans cette perspective, le volume des modifications actuel serait donc trop élevé, même en considérant que des changements sont inhérents à la production d'un système complexe. On retrouve cette logique à travers ces différentes réactions :

> « Soit on tue les demandes à l'origine, c'est-à-dire au moment de leur présentation en Commission et là on peut réduire significativement leur nombre. Soit on continue comme aujourd'hui et on accumule des autorisations en sachant pertinemment qu'on va continuer à augmenter nos modifications ouvertes. Et puis, de temps en temps, on décidera de faire le ménage et on mettra des ressources supplémentaires pour réduire ces modifications ouvertes. C'est ce que l'on a fait, sous la pression du client également, avec le « *Modifications Killing* ». D'ailleurs, ce nom est trompeur puisqu'on ne tue pas les modifications. On fait plutôt du « *Modifications Closing* » puisqu'on clôt seulement des dossiers ouverts. Le problème ici, outre les ressources supplémentaires que l'on doit mobiliser et dont le coût est important, c'est qu'on ne règle pas la cause racine du problème qui est à l'entrée du système et on risque donc d'avoir une situation qui se répète dans quelques années. » (Contrôleur 1, 2008) ;

> « On s'aperçoit que le flux d'entrée ne diminue pas. […] Un filtre important doit être mis en place, déjà en amont de la Commission, pour limiter les modifications au strict minimum. » (Responsable Programme 3, 2010a) ;

> « Il faut augmenter le critère pour filtrer un peu plus les demandes. Je ne demande pas qu'on ait zéro modification. Mais, compte-tenu de l'impact financier qui est loin d'être négligeable, il faut plus filtrer les demandes de modifications. » (Responsable Programme 5, 2010).

La littérature fournit donc des éléments permettant de comprendre et de fournir des bases théoriques aux différents positionnements des acteurs. Ainsi, alors que les modifications peuvent être considérées comme des événements inhérents à une production complexe comme celle du Système, la question de leur niveau reste posée avec en particulier la mise en évidence de l'importance d'un contre-pouvoir pour filtrer les modifications non-nécessaires.

Dans cette perspective, une recherche d'un filtre des demandes de modifications dans le processus de gestion de configuration a été entreprise.

2.3. A la recherche d'un filtre des demandes de modifications dans le processus de gestion de configuration

2.3.1. La faiblesse du filtrage au niveau de la Commission

Avec la mise en évidence de la nécessité d'un filtre des demandes non-nécessaires, la question qui se pose est de savoir si un tel filtrage se trouvait dans le processus de gestion de configuration du Système. Pour cela, il semble pertinent de s'intéresser en premier lieu au rôle joué par la Commission qui prend les décisions d'autorisation. Celle-ci joue en effet un rôle clé dans le processus de gestion de configuration en général et dans la prise de décision en particulier (voir *Partie 4 – 1. Le rôle et les décisions de la Commission*). Mais surtout, la documentation interne de l'Entreprise définit précisément l'importance de la Commission pour filtrer les demandes de modifications :

> « Le but de la Commission est d'être une fonction de filtre vis-à-vis des évolutions proposées de manière à éviter des modifications non-nécessaires dès le début du processus. » (Entreprise, 2008b).

C'est donc la Commission qui est *a priori* l'endroit clé en interne pour gérer le flux de demandes. Cependant, alors que moins de 5% des demandes y sont refusées ou annulées (voir *Partie 4 – 1.2. Les décisions prises par la Commission*), le filtrage à ce niveau apparaît comme très limité. De plus, au cours des participations systématiques aux séances de la Commission, il a pu être constaté qu'au-delà de cette donnée chiffrée, la possibilité même de rejeter une demande de modification n'était que très rarement évoquée lors des échanges entre participants et qu'elle n'était envisagée qu'en dernier recours (Entreprise, 2009a).

Ce constat de l'absence d'un véritable filtrage des demandes en Commission semble expliquer certaines réactions des acteurs remettant en question le rôle décisionnaire de cet organisme et son assimilation à une chambre d'enregistrement des demandes (Ingénieur 1, 2009; Ingénieur 2, 2009; Responsable Programme 2, 2009a; Contrôleur 4, 2010b;

Responsable Qualité, 2010). Alors que cette fonction de filtrage n'est donc que très peu assurée par la Commission, malgré l'identification de ce rôle dans la documentation interne, on peut se demander si un filtre est effectué à un autre moment du processus de gestion des modifications.

2.3.2. L'absence de filtrage en aval de la Commission

Si l'on se place en aval des sessions de la Commission, on peut très vite constater que ce filtrage ne peut plus être effectué dans la suite du processus par l'Entreprise. D'une part, pour les modifications de groupe 2, la décision de la Commission achève la phase d'autorisation (voir *Graphique 6*). Il n'est ensuite plus possible d'exercer un filtre lors des phases d'instruction et d'application, puisque le seul objectif de ces phases est la mise en œuvre concrète de l'évolution sur le produit et/ou sa documentation (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). La mise en place du changement suit son cours jusqu'à l'application effective et il n'est donc plus question ici d'un quelconque filtre[35]. D'autre part, en ce qui concerne les modifications de groupe 1, si la décision de la Commission n'achève pas la phase d'autorisation, celle-ci est ensuite gérée par les clients qui sont alors décisionnaires (voir *Graphique 7*). Même si l'autorisation n'est pas encore accordée pour le changement, l'Entreprise n'a plus la main pour éventuellement filtrer la demande formulée (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). Alors qu'il n'est donc plus possible pour l'organisation de filtrer les propositions de modification à cette étape, il n'y a par conséquent pas de filtre possible en aval de la Commission. Il reste cependant encore à envisager la possibilité qu'il y ait une forme de filtrage en amont de la présentation de la demande de la Commission.

2.3.3. L'émergence de l'idée d'un possible filtrage en amont de la Commission

[35] Si la possibilité d'annuler une proposition déjà autorisée existe, on ne peut cependant pas considérer ici qu'il s'agit de filtrage. Celles-ci correspondent en effet à des dossiers souvent anciens et non appliqués, ou encore à des erreurs de saisie (Ghélardi, 2009b) et, en tout état de cause, elles ne représentent que moins de 2 % des évolutions.

L'idée d'un filtrage en amont de la Commission est un argument qui a été invoqué par différents acteurs de manière plus ou moins précise :

> « Le processus de gestion de configuration est […] dissuasif. Personne n'ouvre une modification pour le plaisir. Le processus est tellement lourd et c'est tellement compliqué de clore une modification que les personnes qui émettent une demande en ont vraiment besoin. » (Ingénieur 1, 2009) ;
>
> « Le système, par sa lourdeur, se freine déjà lui-même. » (Responsable Programme 1, 2009) ;
>
> « Le processus de gestion de configuration est en lui dissuasif par sa longueur et sa lourdeur. On peut penser que c'est un verrou pour empêcher le système de trop évoluer. » (Responsable Programme 4, 2009) ;
>
> « Il y a un filtrage en amont de la présentation du dossier. […] Nous avons d'ailleurs fait un exercice il y a quelques temps en reprenant un échantillon de demandes qui avaient été autorisées. Il en est ressorti que très peu de dossiers auraient pu être rejetés » (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009b).

Ces réactions tendraient à montrer l'existence d'une sorte d'autocensure au moment de l'écriture de la demande, relative notamment à la lourdeur du processus, qui dissuaderait les acteurs de proposer des changements non-nécessaires. Ce comportement permettrait donc de filtrer en amont les demandes présentées devant la Commission, expliquant ainsi le faible nombre de dossiers rejetés à cette étape. Cette idée semble *a priori* intéressante et elle offre une nouvelle perspective par rapport au pourcentage de dossiers refusés ou annulées en Commission. Ce seul indicateur ne permet donc plus de répondre à la question sur la présence ou l'absence d'un filtrage des demandes non-nécessaires mis en évidence dans la littérature et par certains acteurs de l'organisation. Afin de valider ou d'invalider la possibilité d'un filtrage en amont des demandes de modifications non-nécessaires, la notion de « modification strictement nécessaire » a ensuite été définie à partir des données de la caractérisation des évolutions recueillies précédemment (voir *Partie 4 – 1.4. Les justifications des demandes de modifications*).

2.4. L’appréhension du filtrage des demandes en amont de la Commission à partir de la notion de « modification strictement nécessaire »

La question de la présence d’un éventuel filtrage des modifications en amont de la Commissions peut être appréhendée par l’évaluation du niveau des évolutions indispensables pour l’Entreprise parmi celles qui sont autorisées. Sans indicateur permettant de déterminer la proportion de ces modifications, un outil de gestion particulier a dû être construit : la « modification strictement nécessaire ». Après avoir défini ce concept et expliqué quels types d’évolutions celui-ci incluait, une analyse autour des résultats que cet indicateur a permis d’obtenir sera proposée.

2.4.1. Définition de la « modification strictement nécessaire »

La notion de « modification strictement nécessaire » renvoie *aux modifications dont la mise en œuvre est absolument indispensable afin que l’Entreprise puisse continuer à produire le Système*. Sans ces modifications, la production et la livraison au client des Systèmes seraient arrêtées. Dans cette situation, l’organisation n’a donc aucun autre choix que de procéder à la mise en œuvre d’une ou de plusieurs modifications pour parvenir à remplir son objectif de production.

Le choix d’utiliser cette notion de stricte nécessité du changement, avec un critère renvoyant à la poursuite de la production du Système, est dû à la volonté de fournir une base au débat et des données qui soient les plus solides possibles. Dans ce sens, le concept de nécessité est apparu plus pertinent à utiliser que celui d’utilité. Ce dernier semblait en effet difficile à employer compte-tenu de sa forte variabilité selon la perspective envisagée et les acteurs considérés. L’utilité d’une modification n’est ainsi pas considérée de la même manière selon que l’on interroge par exemple les ingénieurs, les contrôleurs ou les managers. Par exemple, une modification utile du point de vue des ingénieurs (compte-tenu de son apport qualitatif) peut être considérée comme inutile par les contrôleurs (en fonction des coûts qu’elle engendre). Si la notion de nécessité peut également être variable selon la perspective envisagée, elle l’est cependant à un degré moindre par rapport à la notion d’utilité.

Avec la définition du concept de « modification sans coût », l'évaluation de la proportion de ces évolutions permettra de proposer une base de discussion à l'ensemble des acteurs, mais surtout, de vérifier la validité ou non d'un filtrage des demandes en amont de la Commission en conscience des limites de cet outil. Dans cette perspective, les types d'évolutions techniques correspondant à la « modification strictement nécessaire » ont dû être définis et justifiés. Dans ce cadre, les résultats obtenus sur la répartition des évolutions selon leurs justifications ont été utilisés (voir *Partie 4 – 1.4.Les justifications des demandes de modifications*).

2.4.2. Les types d'évolutions inclus ou non dans la notion de « modification strictement nécessaire »

La définition proposée de la « modification strictement nécessaire » restreint les demandes de changement qui lui sont associées à deux catégories de la classification développée précédemment sur les justifications des évolutions techniques (voir *Partie 4 – 1.4.Les justifications des demandes de modifications*) :

- les modifications de missionisation ;
- les modifications liées aux obsolescences.

2.4.2.1.Les types d'évolutions intégrées à la notion de « modification strictement nécessaire »

Premièrement, ce sont les évolutions de missionisation qui ont été inclues dans le concept de « modification strictement nécessaire ». Celles-ci correspondent aux changements pour adapter le Système à sa mission particulière. En effet, chaque mission étant unique, les interfaces avec le Système doivent être systématiquement adaptées. De plus, les caractéristiques de l'exploitation du Système étant également spécifiques, il faut donc personnaliser son programme d'utilisation. Dans cette situation, les évolutions techniques de missionisation sont absolument nécessaires puisque, sans leur application, il n'est pas possible de livrer un Système intégré et adapté à la mission prévue par les clients. L'application de ces ajustements par rapport à la spécificité de la mission est donc absolument indispensable pour

fournir aux clients un produit utilisable dans le cadre de la mission qui lui a été attribuée. Par ailleurs, si le fait de passer par le processus de gestion de configuration pour mettre en œuvre ces adaptations est critiqué par certains acteurs (voir *Partie 3 – 4. Les évolutions techniques et leur gestion dans le cas de la production du Système*), c'est aujourd'hui le seul disponible pour traiter ce genre de demandes. Les évolutions liées à la missionisation du Système ont par conséquent été considérées comme constituant des « modifications strictement nécessaires » à la poursuite de la production.

Deuxièmement, les évolutions liées à la survenance d'obsolescences sont également intégrées au concept de « modification strictement nécessaire ». L'occurrence d'obsolescences est une situation inévitable pour une production de long-terme comme celle du Système (voir *Partie 3 – 1.2. Les processus de production des Produits ou Systèmes Complexes*). Des composants ou des équipements peuvent ainsi entrer en désuétude tout au long du cycle de production du Système. C'est également le cas pour les moyens de production, qu'il faut maintenir en condition opérationnelle ou changer le cas échéant. Enfin, on retrouve cette situation pour les fournisseurs qui peuvent disparaître suite à des réorganisations industrielles ou à des faillites. Dans tous ces cas de figures, il est absolument nécessaire pour l'Entreprise de trouver des substituts qui pourront remplacer ces composants, ces moyens ou ces fournisseurs défaillants. Ceux-ci devront remplir les mêmes fonctions que ces éléments devenus obsolètes. Ces changements s'effectuent obligatoirement par la mise en place d'évolutions techniques dont le processus permet de vérifier l'interchangeabilité technique du Système, c'est-à-dire le maintien de ses caractéristiques techniques. De ce fait, les modifications liées à des obsolescences sont également absolument indispensables pour continuer à produire le Système.

2.4.2.2. Les types d'évolutions non-intégrées à la notion de « modification strictement nécessaire »

Si les évolutions de missionisation et d'obsolescences correspondent donc aux « modifications strictement nécessaires », cela n'est pas le cas pour les autres justifications des demandes de changement. Déjà, les demandes et les contraintes externes, hors celles liées à la missionisation, ne sont pas absolument indispensables à la poursuite de la production. En ce qui concerne les propositions venant des clients, leur éventuel refus par l'Entreprise

n’entraînerait cependant pas l’arrêt de la production du Système. Cela peut bien sûr engendrer des difficultés pour l’Entreprise, ses clients ou encore les relations entre les deux entités. Mais l’idée est qu’il s’agit ici d’un arbitrage fait par la société entre plusieurs possibilités avec chacune leurs avantages et leurs inconvénients. Etant donné qu’il y a une autre possibilité que de passer par la gestion de configuration et par la mise en œuvre d’un changement, ces évolutions n’ont donc pas été intégrées aux « modifications strictement nécessaires ». C’est également le cas pour les évolutions de développement où, en-dehors du cas de la survenance d’obsolescences, l’Entreprise peut choisir d’apporter ou non un complément de développement au produit. Le produit ayant déjà été qualifié, l’autorisation de ce type de modification résulte donc d’un arbitrage entre plusieurs possibilités, par exemple dans le choix d’appliquer ou non un changement pour éviter certaines perturbations du processus de production non prévues au moment de la phase de développement. De même, pour les modifications liées à un changement dans l’environnement légal ou industriel, la gestion de configuration ne constitue pas la seule possibilité offerte à l’organisation pour régler les questions soulevées dans ce type de situation. Si celles-ci sont très diverses, d’autre moyens peuvent être envisagés et utilisés par l’Entreprise, comme par exemple les processus de gestion des anomalies ou des dérogations.

En ce qui concerne l’ensemble des demandes d’évolutions techniques liées à un aspect interne de la production, l’Entreprise se trouve également face à un choix dans chaque situation. Déjà, elle peut choisir d’améliorer ou non son produit en appliquant une modification. De la même manière, elle peut décider d’optimiser ou non sa production. Quant aux évolutions de mise à jour documentaire, elles ne concernent que des changements sans impact sur le produit. Si leur absence pourrait signifier l’apparition d’anomalies, compte-tenu d’écarts entre les caractéristiques du produit et sa description dans la documentation, cela n’empêcherait cependant pas la poursuite de la production. De plus, d’autres processus peuvent être mobilisés dans cette situation comme le souligne indirectement ce commentaire :

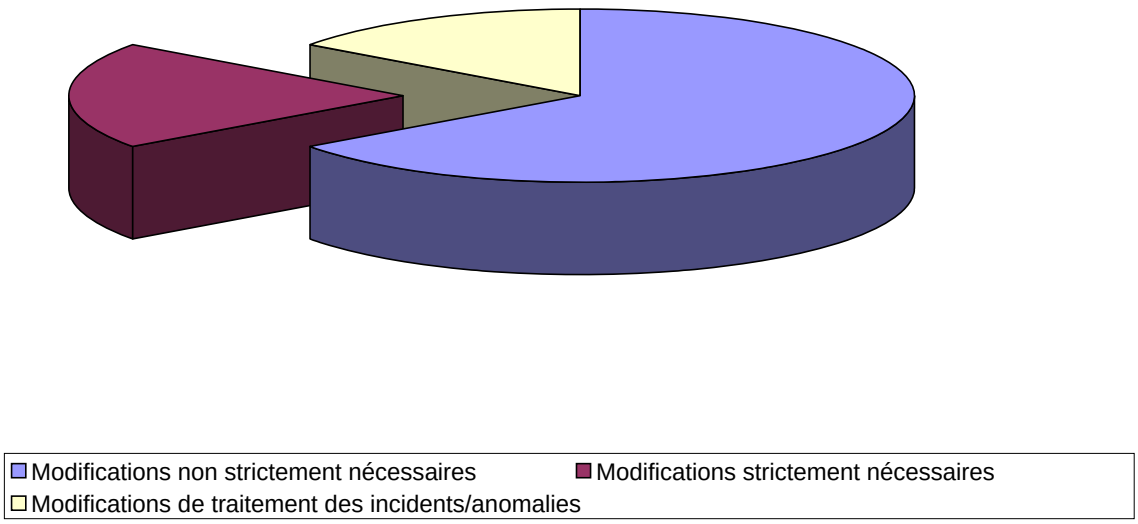
> « L’intérêt [dans le cas des modifications de mise à jour documentaire] est que le processus de gestion de configuration est là et qu’il permet d’éviter que cela se termine en dérogations ou en-dehors du domaine qualifié. » (Responsable Programme 4, 2009).

L'ensemble de ces types d'évolutions n'est donc pas inclus dans la notion de « modification strictement nécessaire » tel qu'elle a été définie. Reste cependant le cas des évolutions justifiées par le traitement d'anomalies, qui seront évoquées par la suite en raison des discussions que ce type de modification a suscité parmi les acteurs de l'organisation quant à leur intégration ou non dans ce concept (voir *Partie 4 – 2.4.3.2.2. Le débat autour de l'appréhension des modifications liées au traitement d'anomalies*). Avant cela, les résultats obtenus sur la répartition des évolutions entre « modifications strictement nécessaires » et « modifications non-strictement nécessaires » vont être présentés.

2.4.3. La répartition des évolutions entre « modifications strictement nécessaires » et « modifications non-strictement nécessaires »

Les données recueillies en 2009 (voir *Tableau 2*) montrent que seules 15-25 % des modifications autorisées sont associées aux questions de missionisation et aux obsolescences. Par conséquent, la proportion de « modifications strictement nécessaires » inclut moins d'une demande d'évolution autorisée sur quatre, le reste étant constitué de modifications n'étant pas absolument indispensables à la poursuite de la production du Système. Dans ce sens, le *Graphique 11* synthétise les résultats obtenus et met en évidence la proportion des « modifications strictement nécessaires » tout en y distinguant, par souci de clarté, les évolutions techniques liées au traitement d'anomalies et d'incidents (entre 10 et 20 % des demandes) dont la non-intégration aux « modifications strictement nécessaires » a été remise en cause par certains acteurs de l'organisation (voir *Partie 4 – 2.4.3.2.2. Le débat autour de l'appréhension des modifications liées au traitement d'anomalies*).

GRAPHIQUE 11



Répartition des évolutions techniques strictement nécessaires ou non à la production (2009)

Cette répartition mise en évidence, elle a été présentée devant l'ensemble des acteurs impliqués dans l'activité de gestion de configuration afin d'identifier leurs positionnements par rapport au niveau mesuré de « modifications strictement nécessaires ».

2.4.4. Présentation du niveau des « modifications strictement nécessaires » aux acteurs de l'Entreprise

Ces résultats ont ensuite été présentés devant les acteurs de l'Entreprise impliqués dans le processus de gestion des modifications. Si les chiffres obtenus n'ont pas été contestés, la définition proposée de la « modification strictement nécessaire » n'a pas fait l'unanimité parmi l'ensemble de ces acteurs. Dans ce sens, deux remarques principales ont été formulées et discutées lors de sessions collectives (Entreprise, 2009b; 2010a) :

- la question de l'utilité du changement par rapport à sa nécessité ;

- la question de l'intégration des évolutions liées au traitement des anomalies dans la définition de la « modification strictement nécessaire ».

2.4.4.1.Le débat sur l'utilité et la nécessité des modifications

Le choix d'une définition particulièrement restrictive de la « modification strictement nécessaire » (voir *Partie 4 – 2.4.1. Définition de la « modification strictement nécessaire »*) a été contestée par un certain nombre d'acteurs de l'Entreprise. Au cours des discussions sur cette question, les notions d'utilité et de nécessité des évolutions ont été largement débattues. Ainsi, l'approche choisie de l'appréhension de la nécessité de la modification par rapport à son utilité pour l'organisation a été réfutée par certains acteurs comme le résume bien cette affirmation :

> « Si l'on prend en compte cette analyse, cela veut dire que plus des trois-quarts des modifications sont inutiles pour la production. Je ne suis pas d'accord avec cette affirmation. » (Responsable Programme 1, 2010).

Cependant, d'autres acteurs ont eux justifié cette approche en distinguant l'utilité du changement de sa nécessité comme l'explique ce commentaire :

> « On ne parle pas ici d'utilité ou d'inutilité de la modification, mais de ce qui est nécessaire à faire si on veut continuer à produire. Cela ne veut pas dire que plus des trois-quarts sont inutiles mais que celles-ci font suite à un choix de la société et non qu'elle est dans l'obligation de faire une modification. » (Contrôleur 4, 2010a).

Cette controverse reprend d'ailleurs des éléments pris en compte lors de la définition du concept de « modification strictement nécessaire », puisque c'est en voulant sortir d'un débat sur la valeur forcément relative d'utilité ou d'inutilité d'une évolution, que la perspective choisie s'est fondée sur une distinction restrictive entre modifications absolument indispensables et celles qui ne le sont pas (voir *Partie 4 – 2.4.1. Définition de la « modification strictement nécessaire »*). Cette polémique s'est particulièrement traduite dans

l'appréhension d'un type particulier de justification des modifications : la catégorie des évolutions liées au traitement des anomalies.

2.4.4.2.Le débat autour de l'appréhension des modifications liées au traitement des anomalies

Avant tout, il faut noter que l'ensemble des acteurs s'est accordé sur les types de modifications pris en compte ou non dans le concept de « modification strictement nécessaire » (Entreprise, 2009b), hormis pour celles justifiées par la survenance d'anomalies. Ces dernières sont des écarts entre ce qui est attendu et la situation réelle (Entreprise, 2008a). Les modifications justifiées par le traitement d'anomalies sont définies comme celles destinées à éviter la survenance de ces anomalies dans le processus de production en intégrant la situation constatée dans la configuration de base (voir *Tableau 1*). C'est donc une action *a posteriori* où, par exemple, face à l'occurrence d'une anomalie récurrente, l'organisation peut proposer d'inclure cette situation dans le référentiel accepté et par conséquent dans la définition du Système. Ce processus évitera dans le futur la survenance de nouvelles anomalies de ce type. C'est ainsi le cas lors d'un élargissement des marges de performances acceptables d'un équipement, où une mesure initialement considérée comme non acceptable (d'où l'anomalie) devient acceptable suite à la mise en œuvre d'une modification qui change le niveau du critère d'acceptabilité.

La non-intégration de ce type d'évolutions dans la définition dans la notion de « modification strictement nécessaire » a suscité un débat important parmi les acteurs de la gestion de configuration (Entreprise, 2009b; 2010a). Dans cette controverse, deux positionnements différents ont particulièrement émergé. D'un côté l'idée que le type de production complexe du Système implique la survenance d'anomalies qui doivent être traitées par la mise en œuvre d'évolutions. Cela inclut de fait ce type de changement dans la définition des « modifications strictement nécessaires » :

> « On n'a pas zéro anomalie car le Système n'est pas parfait. Le retour d'expérience et la traçabilité se fait par les modifications. On statue sur la vie en l'état en formalisant par une modification. […] Le flux d'anomalies, dans la philosophie du Système, se traduit donc par une modification. » (Responsable Programme 1, 2009) ;

« Les anomalies sont intrinsèques à la production du Système et il faut faire des modifications pour les éviter dans le futur. » (Responsable Programme 1, 2009) ;

« On fait un toilettage des anomalies en instruisant des modifications. C'est une question de vases communicants : si on diminue les modifications, on augmente le nombre d'anomalies. » (Ingénieur 1, 2009) ;

« Les modifications qui sont là pour traiter des anomalies, on est obligé de les faire et on a intérêt à le faire. Les anomalies sont intrinsèques à la production du Système et il faut faire des modifications pour les éviter dans le futur. » (Responsable Programme 1, 2010).

D'un autre côté, si la question de la survenance d'anomalies dans ce type de production n'est pas remise en cause, l'idée est que l'organisation se trouve, dans ces situations, face à un choix entre appliquer une évolution ou vivre en l'état avec l'anomalie. Ce positionnement justifie la non-intégration de cette catégorie dans la définition des « modifications strictement nécessaires » :

« Ces modifications ne sont indispensables que si l'intérêt supérieur par rapport à rester en l'état est démontré. Or cela fait partie de la culture du Système de toujours passer par des modifications, mais on peut également vivre en l'état ou passer par des dérogations. » (Responsable Programme 2, 2009a) ;

« [Dans le cas de la survenance d'anomalies], on n'est pas forcément obligé de passer par une modification. » (Contrôleur 2, 2009; Gestionnaire de Configuration 1, 2009; Ingénieur 2, 2009) ;

« Les modifications sont souvent utilisées pour corriger un problème existant. Or d'autres actions correctives que les modifications sont possibles, mais on va systématiquement utiliser la gestion de configuration. C'est par exemple le cas pour le traitement d'anomalies où le choix est de systématiquement faire une modification plutôt que de choisir de vivre en l'état. […] Le balancier est clairement dans l'autre

sens actuellement. La vie en l'état n'est pas acceptée. » (Responsable Programme 2, 2009a) ;

« On ne parle pas d'intérêt ou non à traiter une anomalie en faisant une modification. Ce qui veut être dit c'est qu'il y a dans ce cas d'autres possibilités, on est pas obligés de passer par une modification et on peut par exemple décider de vivre en l'état ou de faire une dérogation. L'idée c'est que, pour cette catégorie, il y a un choix possible, ce qui n'est pas le cas pour les obsolescences ou la missionisation. » (Contrôleur 4, 2010a).

Le débat sur l'intégration ou non des évolutions liées à la survenance d'anomalies dans la notion de « modification strictement nécessaire » révèle donc des appréhensions différentes de la production du Système et des fonctions du processus de gestion des modifications. Dans cette situation, le choix effectué a été de continuer à ne pas inclure les évolutions associées au traitement d'anomalies dans la notion de « modification strictement nécessaire ».

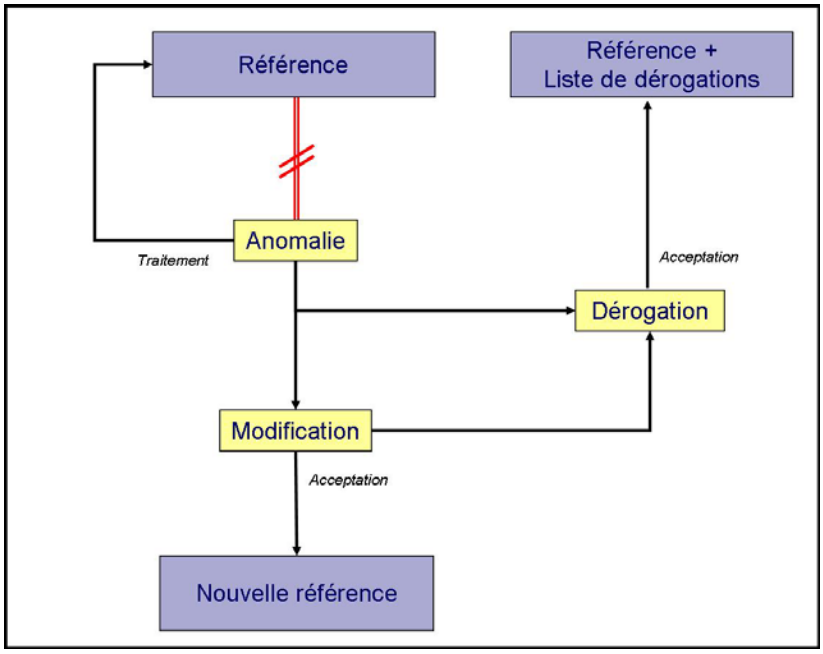
2.4.4.3. Justification de la non-intégration des évolutions liées à la survenance des anomalies dans la définition des « modifications strictement nécessaires »

Le positionnement initial de non-intégration de ce type d'évolutions dans le concept de « modification strictement nécessaire » a donc été maintenu. Si éviter l'occurrence d'une anomalie peut être utile voire nécessaire d'un certain point de vue pour l'organisation, comme cela a été souligné par certains acteurs (Ingénieur 1, 2009; Responsable Programme 1, 2009), le fait de mettre en œuvre une modification dans ce but n'est donc pas considéré ici comme absolument indispensable, étant donné que ce processus ne constitue pas le seul et unique moyen pour l'organisation de régler cette question. Comme certains autres acteurs l'ont mis en évidence (Contrôleur 2, 2009; Gestionnaire de Configuration 1, 2009; Ingénieur 2, 2009; Responsable Programme 2, 2009b), le parti pris ici est que, pour les modifications liées aux anomalies, *la décision de faire une modification est un choix de l'Entreprise par rapport à d'autres possibilités.*

Pour les anomalies ayant un impact faible, l'organisation peut ainsi décider de continuer à vivre en l'état. De fait, si le constat de la survenance d'une anomalie est fait, les acteurs responsables décident que cette anomalie n'est pas de nature à compromettre les caractéristiques du Système et que l'on peut vivre en l'état avec cette anomalie (Responsable Programme 2, 2009a; 2009b; Contrôleur 4, 2010b). Pour les anomalies ayant des conséquences plus importantes, l'organisation peut également faire le choix de passer par un autre processus que celui de la gestion de configuration : celui de la gestion des dérogations (Responsable Programme 2, 2009a; 2009b; Contrôleur 4, 2010b). Ce dernier, défini dans les règles de l'organisation industrielle, a également pour objectif de vérifier que les caractéristiques du produit sont maintenues (Client A & Client C, 2000). Mais, au lieu de changer le référentiel comme c'est le cas dans la mise en œuvre d'une modification, la dérogation est un document, développé et signé par les autorités compétentes, qui atteste d'une différence entre le produit attendu et celui réalisé, l'analyse, la justifie et démontre qu'elle n'affectera pas les fonctions du Système (Entreprise, 2005).

L'Entreprise a donc le choix pour continuer à produire entre d'une part instruire une évolution technique et d'autre part ne pas le faire, ce qui signifierait la décision de vivre en l'état ou encore l'émission d'une dérogation (voir les interdépendances entre anomalies, modifications et dérogations dans le *Graphique 12*). Cette situation est de ce fait différente du cas des évolutions techniques de missionisation et des obsolescences, où il n'y a aucune autre possibilité pour l'organisation que la mise en œuvre de modifications pour continuer à produire, ce qui justifie le choix de l'absence de la prise en compte de ce type d'évolutions dans la définition des « modifications strictement nécessaires » et dans l'indicateur mesurant la proportion de celles-ci.

GRAPHIQUE 12



Les interdépendances entre les anomalies, les modifications et les dérogations

Le choix de la non-intégration des évolutions liées à la survenance d'anomalies dans les « modifications strictement nécessaires » fait ressortir plus clairement leur proportion limitée parmi l'ensemble des demandes autorisées dans le processus de gestion de configuration (voir *Graphique 11*). Dans ce contexte, les premiers éléments d'analyse tendent à invalider l'idée d'un éventuel filtrage des propositions en amont de la Commission.

2.5. Premiers éléments d'analyse : un filtrage relativement limité des modifications en amont de la Commission

Le constat de la relative faible proportion de « modifications strictement nécessaires » par rapport à l'ensemble des évolutions autorisées remet clairement en cause l'idée d'un filtre important des demandes en amont de la Commission. En effet, alors que moins d'un quart du total des demandes autorisées correspond à ce type d'évolutions, un tel filtrage devrait impliquer une proportion plus forte de « modifications strictement nécessaires ». Il y a donc une contradiction entre les données recueillies ici et l'affirmation par certains acteurs de la présence d'un filtre des demandes non nécessaires en amont de la Commission (Ingénieur 1, 2009; Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a; Responsable Programme 1, 2009;

Responsable Programme 4, 2009) (voir *Partie 4 – 2.3.3. L'émergence de l'idée d'un possible filtrage en amont de la Commission*). Deux raisons principales peuvent expliquer cette situation : les appréhensions multiples de la nécessité des modifications et la différence de perspective choisie.

Premièrement, il peut y avoir une différence d'appréciation sur la nécessité des modifications considérées. Il est évident que la connotation stricte de la définition adoptée, qui fait référence à la possibilité de continuer à produire ou non le Système, limite forcément le nombre d'évolutions techniques prises en compte dans l'indicateur. Si ce positionnement spécifique a permis de limiter les contestations du point de vue des catégories d'évolutions intégrées dans cette notion, il a donc engendré des critiques par rapport à celles non-inclues qui pouvaient apparaître comme utiles voire nécessaires à l'Entreprise selon la perspective choisie (voir *Partie 4 – 2.4.4. Présentation du niveau des « modifications strictement nécessaires » aux acteurs de l'Entreprise*). Cela peut déjà en partie expliquer la présence de différentes approches sur le niveau de filtrage en amont de la Commission.

Deuxièmement, il y a une différence claire sur la perspective d'analyse choisie. Le travail évoqué par le responsable de l'équipe de gestion de configuration sur un échantillon de modifications autorisées et qui tendait à démontrer l'idée d'un filtrage des demandes en amont de la Commission (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009b), était de fait une vérification de la justification locale de la demande d'évolution technique. C'est-à-dire que les acteurs impliqués se sont demandés si, dans le cas présenté et son environnement, il était justifié de mettre en œuvre une modification. Dans cette recherche, c'est à dessein que la perspective s'est fondée sur une vision plus globale du problème. En effet, dans une production complexe, cette conception locale de la problématique permet inévitablement de trouver une ou plusieurs justifications à une demande d'évolution technique (Diprima, 1982; Reidelbach, 1991). Le positionnement à un niveau plus global, avec le questionnement sur la possibilité de la poursuite ou non de la production, permet au contraire d'éviter cet écueil. Cet élément permet lui aussi d'expliquer la contradiction entre les résultats obtenus avec la proportion relativement faible des « modifications strictement nécessaires » et l'idée avancée par certains acteurs d'un filtrage en amont de la Commission des modifications non-nécessaires.

Ces précisions faites, il est possible d'avancer que le niveau de filtrage des demandes en amont de la Commission est très limité. Ce constat, conjugué au faible filtre en Commission et à son absence en aval de celle-ci, fournit des éléments d'explication sur la situation actuelle de la gestion des modifications, notamment l'importance du nombre de dossiers ouverts et surtout l'absence de maîtrise du flux entrant. Or, dans un contexte économique de plus en plus contraignant pour l'organisation (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*), la question de la pertinence du maintien et de la mise en œuvre d'activités pour gérer des « modifications non strictement nécessaires » (représentant donc plus des trois-quarts des évolutions autorisées) se pose. Ainsi, l'un des éléments pouvant permettre d'exercer un filtrage plus contraignant concerne la contrainte économique, c'est-à-dire la limitation du flux entrant par des éléments liés aux coûts des évolutions. Cependant, le constat de l'utilisation du terme « modification sans coût » dans le processus (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*) semble être en contradiction avec l'effectivité d'une telle contrainte. Elle apparaît au contraire comme un élément potentiel d'explication de la faiblesse du filtrage des évolutions non-nécessaires dans l'activité de gestion de configuration. Dans cette situation, la recherche-action s'est poursuivie par l'analyse des conditions de l'émergence de la « modification sans coût » dans l'organisation et l'appréhension de son rôle dans les processus.

3. L'EMERGENCE DE LA « MODIFICATION SANS COUT » DANS L'ACTIVITE DE GESTION DE CONFIGURATION

Le faible filtrage du flux entrant des demandes de changement est donc une question qui reste ouverte dans l'organisation au moment où celle-ci fait face à un contexte économique de plus en plus contraignant (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel* et *Partie 4 – 2. La question du filtrage des propositions d'évolutions et la mise en évidence des « modifications strictement nécessaires »*). Alors que le rôle de la dimension économique dans le processus de gestion de configuration pourrait être ici un élément clé pour l'exercice d'une contrainte sur le flux entrant des demandes de modifications, cette perspective semble aujourd'hui relativement peu développée (notamment par rapport à la dimension technique du changement) comme l'illustre ce commentaire :

> « Le problème dans la gestion des modifications est que la question des évolutions du produit n'est pas seulement une problématique technique. Cependant à l'heure actuelle c'est la perspective technique qui est pratiquement la seule utilisée. On a par conséquent un problème de management des modifications. » (Responsable Programme 2, 2009a).

Par ailleurs, peu de données et aucun indicateur permettant d'appréhender cette dimension n'étaient présents dans l'activité de gestion de configuration au début de la recherche (voir *Partie 4 – 1.1. La rareté des indicateurs disponibles et l'identification du rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration*). C'est pourquoi, afin d'établir dans un premier temps une meilleure visibilité sur la situation de cette activité en termes de conséquences économiques, des indicateurs permettant de mesurer le niveau des coûts des modifications ont été construits.

3.1. L'indicateur sur les coûts des modifications identifiés

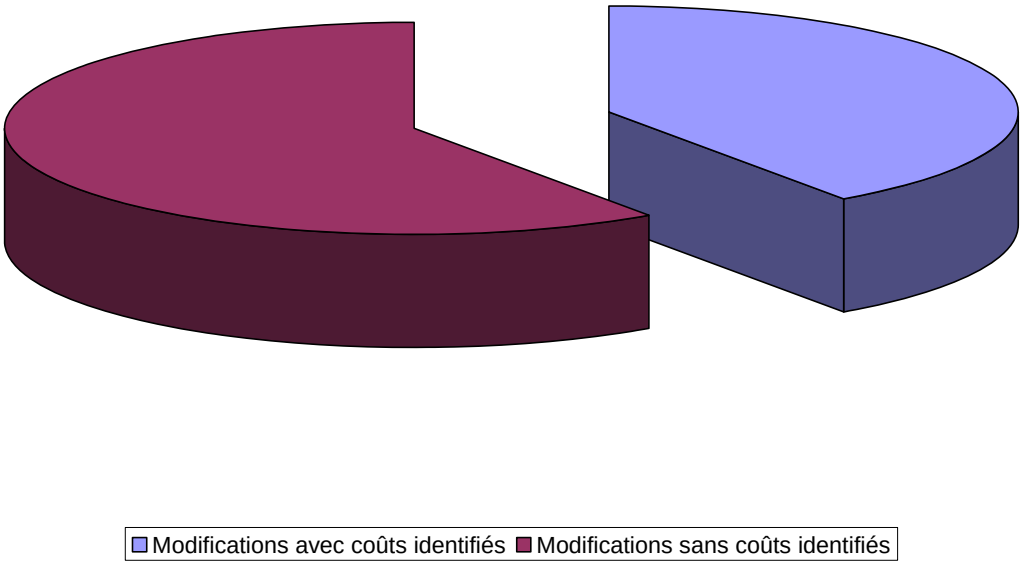
3.1.1. Méthodologie

Comme cela est défini dans les processus, l'évaluation des conséquences économiques des demandes de modifications doit être reportée dans le dossier de l'évolution et communiquée à travers les comptes-rendus des séances (Entreprise, 2007a; 2007c; 2008b). Initialement, il avait été prévu de relever le niveau des coûts de chaque modification autorisée en Commission, afin de pouvoir faire une étude de l'activité de gestion de configuration en termes de conséquences économiques (Comité de Pilotage, 2008e; 2009a). Cependant, deux obstacles se sont rapidement présentés. Premièrement au montant très variable des coûts identifiés dans les propositions de modifications (entre zéro et plusieurs centaines de milliers d'euros) qui rendait difficile la réalisation une telle étude. Deuxièmement, dans de nombreux cas, le constat a été fait qu'aucun coût n'était tracé dans les dossiers de demande de modification présentés et finalement validés par la Commission. Afin d'en savoir plus, un indicateur permettant simplement de distinguer les évolutions avec coûts identifiés de celles sans coûts identifiés a été construit. Pour cela, leurs proportions réciproques ont été mesurées en utilisant les comptes-rendus des séances de la Commission. Le périmètre pris en compte regroupe lui l'ensemble des demandes d'évolutions autorisées en Commission au cours de l'année 2009.

3.1.2. Résultats

Les résultats obtenus montrent qu'une majorité des demandes de modifications autorisées par la Commission n'ont pas de coûts relevés (voir *Graphique 13* et *Annexe 3*). L'occurrence de ce type d'évolution est donc significative dans le processus de gestion de configuration. Par ailleurs, il faut également noter que pour les modifications ayant des coûts identifiés, ces derniers ne sont pas nécessairement exhaustifs. Très souvent, les coûts qui sont relevés comprennent les conséquences économiques supplémentaires visibles, tels que l'achat de nouveaux équipements ou moyens, la mise en place d'études techniques dédiées, une quantité importante d'heures de travail supplémentaire, … (voir *Partie 4 – 3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification »*). Mais les impacts invisibles de la perspective du Programme, par exemple une simple mise à jour documentaire, quelques heures de travail, ou encore les coûts de traitement de la modification (réunions spécifiques, préparation des documents …) ne sont eux pas systématiquement pris en compte et tracés dans le dossier de demande (Entreprise, 2009c) (voir également *Partie 4 – 3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification »*).

GRAPHIQUE 13



L'indicateur de répartition entre modifications sans coûts identifiés et modifications avec coûts identifiés (2009)

Avec une majorité de modifications autorisées sans coûts identifiés et une minorité ou ceux-ci ne sont pas exhaustifs, l'appréhension des conséquences économiques des évolutions apparaît donc limité. Afin de pouvoir expliquer cette situation, l'intérêt s'est porté plus spécifiquement sur ces modifications où aucun coût n'est identifié.

3.2. De l'appréhension des modifications sans coûts identifiés à l'outil de gestion « modification sans coût »

Au cours des participations aux sessions de la Commission, un terme particulier a émergé dans le processus pour caractériser certaines évolutions : la « modification sans coût ».

3.2.1. L'origine du terme « modification sans coût » : une interface avec les clients

Largement utilisée par les acteurs en Commission, l'expression « modification sans coût » est à l'origine le résultat d'une situation contractuelle avec les clients (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a). Dans le document de demande d'évolution, l'auteur doit en effet tout d'abord fournir, de même que chaque acteur impliqué, une estimation des coûts engendrés par la modification dans son périmètre (Entreprise, 2007a; 2008b). Puis, soit une proposition financière globale est proposée aux clients après consolidation des données des acteurs et contractants successifs, soit la modification ne donne lieu à aucune sollicitation de paiement et la mention d'absence de demande de financement est renseignée (Client A & Client C, 2000). Dans le premier cas, la proposition financière est traitée en parallèle du processus et les négociations sont effectuées à part (Ingénieur 4, 2009a). Dans le second, cette notion d'absence de demande de financement aux clients est caractérisée par l'utilisation du terme « modification sans coût » lors des sessions et dans les comptes-rendus de la Commission (Entreprise, 2009a). En ne faisant pas de proposition financière pour couvrir les coûts de la modification, l'Entreprise considère ainsi qu'ils sont de son ressort, en tant que maître d'œuvre industriel, et qu'elle les prendra par conséquent à son compte. Dans ce sens, elle constitue une modification sans conséquences économiques pour les clients (Responsable Programme 1, 2009). On peut cependant avancer que, de la perspective de l'Entreprise, il s'agit plus d'une « modification sans prix de vente » que d'une « modification sans coût ». Cette situation souligne de fait un flou autour de l'appréhension des conséquences économiques des évolutions :

> « On confond [ici] les coûts induits par le changement et le prix qui correspond à ce que l'on vend au client, donc à leurs coûts à eux. Il faut donc faire beaucoup plus attention à notre utilisation du terme « coût » car cela induit des erreurs dans la perception des impacts économiques pour l'Entreprise. » (Responsable Programme 4, 2009).

Le terme « modification sans coût » définit donc au départ le simple fait que l'Entreprise ne demandera pas de financement pour la mise en œuvre de l'évolution à ses clients. Cependant cette situation a entraîné un flou parmi les acteurs de la gestion de configuration entre l'évaluation des coûts du changement et son mode de financement, mais surtout une confusion initiale entre d'une part le prix (ou coûts du client) et d'autre part les coûts internes

de la modification. C'est dans ce contexte que la notion de « modification sans coût » a été construite.

3.2.2. L'évolution de la compréhension du terme « modification sans coût » : une évolution sans conséquences économiques pour l'Entreprise

La notion de « modification sans coût » s'est progressivement construite avec l'aide du chercheur impliqué dans une démarche de recherche-action[36]. La déformation de langage autour du terme initial de « modification sans coût » illustre un lien confus entre les coûts d'une modification et la modification elle-même. Dans cette situation, cet état de fait a été considéré comme étant à l'origine d'une évolution de l'utilisation initiale du terme dans le processus de gestion de configuration. En effet, lors des participations aux sessions de la Commission, une dérive sémantique a été constatée, au cours des échanges et des conversations entre les acteurs, de la « modification sans coût » initiale (orientée vers les clients) vers une modification qui n'aurait pas de coûts en interne (Entreprise, 2009a). Le flou mentionné précédemment est l'un des éléments qui peuvent expliquer que, dans de nombreuses demandes d'évolutions autorisées en Commission, aucun coût récurrent ou non-récurrent n'est identifié (voir paragraphe précédent). Par ailleurs, une autre donnée clé est l'absence relative de pression économique en vue d'assurer une bonne rentabilité à l'investissement dans l'Entreprise en générale et dans cette activité en particulier. Cet élément historique et institutionnel permet également d'expliquer la faible contrainte pour appréhender les coûts des évolutions dans les processus de l'organisation.

La « modification sans coût », en tant qu'évolution non facturée au client, s'est ainsi progressivement étendue vers une famille plus large où il n'y a pas de chiffrage des impacts économiques internes des modifications :

> « Cette notion de « sans coût » est relative au départ à une interface contractuelle avec les clients (sous-entendu c'est à eux de payer dans certains cas, dans d'autres c'est « sans coûts » pour eux), mais elle peut induire le sentiment qu'en interne le « sans

[36] On retrouve ici le rejet de la dualité sujet-objet de la théorie de l'acteur-réseau (voir *Partie 3 – 3.5. Justification du choix de la théorie de l'acteur-réseau dans le contexte de l'étude par rapport aux critères définis*).

coût » vis-à-vis du client implique aussi le « sans coût » pour l'Entreprise. » (Responsable Programme 1, 2011a).

Dans cette situation, l'utilisation initiale du terme de « modification sans coût » apparaît comme s'étant élargi pour y inclure des évolutions qui n'auraient pas de coûts en internes pour l'Entreprise. A partir de ces éléments, le concept de « modification sans coût » a été défini.

3.2.3. La définition de la « modification sans coût »

Le constat de l'évolution de l'utilisation du terme « modification sans coût » a été un élément clé dans l'appréhension des évolutions sans coûts identifiés. Le parti pris ici a été de considéré cette expression comme désignant ce type d'évolutions, compte-tenu du lien qui les relie dans les pratiques de l'activité de gestion de configuration. Le concept de « modification sans coût » a ainsi été définie de la manière suivante :

> *La « modification sans coût » est un dossier de demande d'évolution, autorisée par la commission compétente, où aucun coût récurrent ou non récurrent n'a été reporté et communiqué à travers les comptes-rendus de réunions.*

La « modification sans coût » correspond donc à la situation où une demande d'évolution est autorisée en Commission sans qu'il n'y ait de coût récurrent ou non-récurrent identifié et tracé. Cette définition implique par conséquent une structure particulière à savoir une demande d'évolution, et plus précisément une fiche de coûts, où aucune conséquence économique n'a été établie. Dans cette perspective, les « modifications sans coûts » sont celles pour lesquelles les acteurs ont jugé qu'il n'y avait pas lieu d'identifier des impacts économiques pour l'organisation. La « modification sans coût » définie ne correspond donc pas au sens originel utilisé dans l'Entreprise (en tant qu'interface avec les clients), puisqu'elle se focalise non pas sur le coût ou l'absence de coût pour les clients (et donc de prix pour l'Entreprise), mais bien sur le coût ou l'absence de coût pour l'Entreprise.

3.2.4. La « modification sans coût » : un outil et un processus

La « modification sans coût » définie, celle-ci renvoie à la fois un outil et un processus. En tant qu'outil de gestion, la « modification sans coût » concerne donc toute évolution autorisée par les commissions adéquates du processus de gestion des modifications et pour laquelle aucun coût récurrent ou non-récurrent n'a été relevé et/ou identifié. De fait, la « modification sans coût » devient un outil de gestion au moment de la décision de la Commission puisque, lors de ses séances, celle-ci répartit tacitement les évolutions entre modifications avec coûts identifiés et modifications sans coûts identifiés. Les « modifications sans coûts » possèdent par ailleurs les mêmes caractéristiques que les autres évolutions, que l'on pourrait nommer « modifications avec coûts ». Ces deux types d'évolutions sont créés, examinées, instruites et appliquées à travers le même processus de gestion de configuration. La seule distinction entre elles tient donc à l'identification (ou non) de conséquences économiques pour l'Entreprise. On peut d'ailleurs même nuancer cette différence, puisque si la « modification avec coût » comporte une évaluation des impacts économiques de l'évolution technique, celle-ci est rarement exhaustive (voir *Partie 4 – 3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification »*).

En parallèle, la « modification sans coût » correspond également à un processus organisationnel complexe, non formellement défini dans la documentation et enraciné dans les activités de la gestion des évolutions. Celui-ci aboutit finalement à une décision de la Commission avalisant l'absence de coûts pour l'évolution autorisée (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). Dans ce sens, la « modification sans coût » est un concept associé à un certain nombre de pratiques. Elle renvoie ainsi aux comportements eux-mêmes des acteurs impliqués dans la gestion de configuration du Système, c'est-à-dire à leur manière de travailler quotidiennement au sein de l'organisation. Elle est de ce fait porteuse de conduites d'acteurs et associée à des habitudes d'action de l'activité de gestion des évolutions (voir *Partie 5 – 3.3.3. La « modification sans coût » : un outil porteur d'habitudes héritées du passé*). Par conséquent, au-delà de sa nature instrumentale, la « modification sans coût » peut être considérée comme un processus organisationnel qui intègre les logiques d'actions et les pratiques à l'œuvre dans l'activité de gestion des évolutions.

Compte-tenu de ces deux dimensions, on peut avancer que la « modification sans coût », définie à partir des premières observations de la recherche, constitue aujourd'hui une règle administrative tacite (l'absence de la nécessité de remplir la fiche de coûts) légitimant les comportements des acteurs (par exemple le non-remplissage de ce formulaire) et inversement. De ce fait, la « modification sans coût » ne résulte pas d'une décision unilatérale d'un ou plusieurs acteurs de l'Entreprise. La procédure de gestion est en effet implicite (aucune règle formelle n'impose l'absence d'identification des coûts) et les comportements des acteurs ne sont par conséquent pas formellement contraints (rien n'oblige les acteurs à ne pas renseigner la fiche de coûts et ils le font d'ailleurs dans certains cas). Dans cette perspective, le processus d'émergence de la « modification sans coût » au sein des pratiques de l'activité de gestion de configuration sera développé étape par étape.

3.3. L'émergence de la « modification sans coût » au cœur des pratiques de la gestion de configuration

L'objectif est ici de comprendre, étape par étape, la formation et les conditions de l'émergence de l'outil de gestion « modification sans coût » dans le processus de gestion de configuration de l'organisation. Cette démarche permettra de mettre en évidence les pratiques au cœur de ce processus d'émergence.

Rédiger une demande de modification constitue l'entrée de la proposition dans le processus de gestion de configuration (voir *Partie 1 – 3.3.2.1. La rédaction de la demande de modification*). Chaque acteur impliqué dans les activités du Système peut proposer une demande d'évolution technique et il doit pour cela remplir un formulaire comportant un certain nombre d'informations afin de constituer le dossier d'évolution technique (Entreprise, 2007a; 2008b). En ce qui concerne les coûts, l'auteur doit présenter une estimation des coûts récurrents et des coûts non-récurrents de la mise en œuvre de la modification par l'intermédiaire d'une fiche de coûts (Entreprise, 2007a; 2008b). Cependant, cela n'est pas systématiquement fait et la « modification sans coût » apparaît donc dès l'entrée de la demande dans le circuit de gestion de configuration.

Si de nombreuses raisons peuvent expliquer l'absence d'identification des éléments économiques au cours de cette première étape (le manque de temps, la difficulté d'évaluation,

l'absence de référentiel en matière de chiffrage ou encore la volonté de mettre de côté l'impact économique pour favoriser l'autorisation, …), l'examen du dossier de demande d'évolution technique en Commission, et donc de la fiche de coûts, devrait combler ce manque (voir *Partie 1 – 3.3.2.2. L'examen de la demande de modification en Commission*). En effet, l'un des rôles de la Commission étant de valider les coûts de la proposition d'évolution technique proposée, la question des coûts est abordée lors des séances (Entreprise, 2007c; 2009a). Cependant, la Commission vérifie plus que les impacts économiques ne sont pas trop importants pour l'organisation, plutôt qu'elle ne demande une évaluation exhaustive des conséquences de la proposition en termes de coûts (Entreprise, 2009a). Si la proposition présentée identifie un certain montant de coûts, la Commission évalue bien-sûr la pertinence du montant proposé, mais la question principale qui se pose lors des sessions n'est pas la justification de ces coûts mais plutôt les sources de financement identifiées (les clients, les sous-traitants ou l'Entreprise, et dans ce dernier cas, quel départements ou services) (Entreprise, 2009a). Par contre, si la proposition ne relève aucun coût, la Commission peut alors soit décider de demander que l'émetteur fasse une évaluation des coûts avant qu'une décision ne soit prise, soit confirmer l'absence de coûts récurrents et non-récurrents. Si aucun élément de coût n'est reporté dans la proposition d'évolution après l'examen en Commission, la porte reste donc ouverte à cette étape pour que la « modification sans coût » subsiste dans le processus.

L'examen de la proposition d'évolution technique achevé, la Commission doit ensuite décider l'autorisation d'instruire, le refus ou l'ajournement de la modification (voir *Partie 1 – 3.3.2.3. La prise de décision en Commission*). Si la demande est autorisée, celle-ci intégrera à court ou moyen-terme le référentiel du Système qui s'en trouvera modifié. La présence d'une évaluation pertinente des coûts doit donc absolument être effective à ce moment là, puisque d'une part c'est sur la teneur de ces informations que la Commission rend sa décision et que, d'autre part, ses conséquences économiques seront ensuite intégrées dans la structure des coûts du Programme. C'est donc la décision de la Commission qui crée formellement la « modification sans coût » qui devient de fait un outil de gestion[37] à ce moment précis.

[37] On peut noter que la « modification sans coût » correspond plutôt à un outil de gestion en creux. En effet, la mise en œuvre d'un outil nécessite généralement des informations de gestion, alors qu'ici c'est l'absence d'informations qui caractérise la « modification sans coût ».

La « modification sans coût » émerge donc à partir d'une combinaison complexe de pratiques d'acteurs dans l'activité de gestion de configuration. L'apparition de la notion de « modification sans coût » s'effectue dès la rédaction de la demande et celle-ci est progressivement intégrée dans l'organisation jusqu'à la décision d'instruire l'évolution technique par la Commission qui crée cet outil de gestion. Cette présentation permet de montrer concrètement que la « modification sans coût » n'est donc pas le résultat d'une décision délibérée, mais qu'elle émerge au cœur des pratiques de l'activité de gestion de configuration. Une fois ce processus mis en évidence, le concept de « modification sans coût » a ensuite été présenté aux acteurs de l'Entreprise, afin d'appréhender la ou les signification(s) que ceux-ci pouvaient lui attribuer (voir également *Partie 5 – 2. La « modification sans coût », une boîte noire intégrant de multiples dimensions*).

3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »

Après avoir défini la « modification sans coût » et présenté les conditions de son émergence dans les pratiques organisationnelles, ce sont les positionnements des acteurs de l'Entreprise sur cette notion qui ont été appréhendés. La présentation de ce concept aux acteurs de l'Entreprise (Entreprise, 2009b; 2010a) a ainsi permis de constater tout d'abord que, pour l'ensemble des acteurs, la mise en œuvre d'évolutions signifie la consommation d'un certain nombre de ressources organisationnelles. Cependant, pour nombre d'entre eux, cela ne rend pas nécessairement étonnant la présence majoritaire de « modifications sans coûts » et, dans cette perspective, plusieurs éléments avancés par ces acteurs seront présentés successivement. Ces éléments permettent d'identifier les multiples significations associées par la « modification sans coût » selon les acteurs de l'Entreprise (voir également *Partie 5 – 2. La « modification sans coût », une boîte noire intégrant de multiples dimensions*) et les différentes logiques d'actions qui s'ensuivent (voir également *Partie 5 – 3. Les outils de gestion, actants contribuant au maintien de pratiques héritées du passé*).

3.4.1. La mise en œuvre des modifications : une consommation de ressources organisationnelles

En ne tenant pas compte du positionnement épistémologique et théorique choisi pour cette recherche (voir *Partie 2 – 1.3.Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme*), la théorie rationaliste pourrait donner une première explication de la présence importante de « modifications sans coûts ». Dans cette perspective, ces évolutions n'auraient pas de coûts, c'est-à-dire que leur gestion et leur mise en œuvre n'entraîneraient pas d'activités et ne consommeraient donc pas de ressources. L'outil de gestion « modification sans coût » signifierait alors des changements de configuration sans impacts économiques pour l'Entreprise. Cependant, cette affirmation est déjà en contradiction avec la littérature sur les évolutions techniques comme l'illustrent ces citations :

> « Il y a toujours des coûts associés aux modifications même si ceux-ci sont généralement cachés » (Diprima, 1982) ;

> « Le temps alloué au processus de gestion des évolutions techniques peut être considérable, à la fois en termes de temps de traitement par les acteurs impliqués, mais aussi en termes de temps de traitement utilisé pour appliquer un changement (Saeed et al., 1993).

Mais surtout, l'activité de gestion de configuration consomme bien des ressources dans l'organisation, ne serait-ce que par le travail des équipes impliquées dans ce processus, et qu'elle avait donc des conséquences économiques (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). En effet, une évolution entraîne nécessairement des changements par rapport au référentiel initial et donc des consommations d'activités ayant finalement des conséquences en termes de coûts. De ce point de vue, l'idée qu'une évolution, qui nécessite l'utilisation d'un certain nombre de ressources pour gérer, traiter et appliquer la modification, puisse être sans coûts n'est donc pas envisageable. L'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion des évolutions rencontrés soutiennent d'ailleurs cette idée comme l'illustrent les commentaires suivants :

> « Les modifications sans coûts n'existent pas et ne devraient pas exister. » (Responsable Programme 2, 2009b) ;

« Il faut quand même être plus clair vis-à-vis des coûts. […] Il n'est pas normal que l'on n'ait pas une évaluation pertinente au niveau de la Commission. » (Responsable Qualité, 2009; 2010) ;

« Créer une modification c'est un coût. » (Responsable Programme 5, 2010) ;

« Si les équipes du Programme considèrent que leur propre coût est nul, il y a le coût du Centre de Compétences […] et bien évidemment les coûts de l'ensemble de la chaîne industrielle, chacun ayant ses propres coûts d'ingénierie. » (Responsable Programme 1, 2011a).

Ces réactions montrent donc que les acteurs n'ignorent pas que l'activité de gestion de configuration entraîne l'utilisation d'un certain nombre de ressources de l'Entreprise et donc des conséquences économiques. De manière générale, l'appréhension de la « modification sans coût » en tant qu'indicateur de l'absence de conséquences économiques dans l'application du changement n'apparaît ainsi pas pertinente. Malgré cela, pour beaucoup d'acteurs de l'organisation, cela ne signifie pas que l'occurrence de nombreuses « modifications sans coûts » soit étonnante. Dans cette perspective, plusieurs éléments ont été avancés pour expliquer la proportion importante de « modification sans coût ».

3.4.2. Eléments d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »

Si l'on ne peut donc expliquer l'occurrence des « modifications sans coûts » par l'absence de conséquences économiques du changement ou par l'ignorance des acteurs sur cette question, d'autres éléments d'explication doivent ici être considérés. Ainsi, on peut tout d'abord se demander ce que ces acteurs prennent en compte dans les coûts des évolutions qu'ils identifient. Cette question semble complexe comme l'illustre la contradiction entre ces deux remarques du même acteur :

« Pour moi ce n'est pas vrai qu'il y a un sentiment que les modifications n'ont pas de coûts. Il y a plutôt un problème qui empêche d'adapter les ressources à une quantité de travail à faire. » (Responsable Programme 1, 2009) ;

« Cependant il est vrai que nos équipes, en particulier nos équipes d'ingénierie, n'ont pas conscience de leur propre coût de fonctionnement ni de celui de l'administration des modifications. » (Responsable Programme 1, 2011b).

Ces commentaires tendent à montrer que si les acteurs peuvent considérer que le processus de gestion de configuration est globalement consommateur de ressources, chaque département n'a pas nécessairement conscience de son propre impact dans cette activité. De manière plus générale, s'il y a bien une conscience que la gestion des modifications entraîne la consommation d'un certain nombre de ressources, certains types d'activités, telles que les heures d'ingénierie, ne sont elles pas systématiquement prises en compte par les acteurs impliqués dans la gestion de configuration. Ainsi, plusieurs éléments ont été avancés par différents acteurs de l'organisation pour expliquer la présence majoritaire de « modifications sans coûts » :

- une traçabilité des coûts en-dehors du processus de gestion de configuration ;
- un moyen d'entretenir les compétences d'ingénierie ;
- un coût des évolutions considéré comme normal et donc déjà inclus dans les structures de coût ;
- un coût des modifications non-significatif et ne constituant donc pas un critère pertinent dans la prise de décision.

3.4.2.1. Une traçabilité des coûts en-dehors du processus de gestion de configuration.

Le premier élément d'explication avancé est que la traçabilité des coûts doit se traiter à travers d'autres processus de l'organisation que celui de la gestion des évolutions. Cet argument a été développé par différents acteurs :

> « La question des coûts ne se traite pas en Commission. » (Ingénieur 1, 2009) ;
>
> « Pour moi la question de la traçabilité des coûts passe par un autre processus (le « *Monthly Progress Review* »). » (Responsable Programme 1, 2009).

Ce positionnement s'inscrit donc dans une logique où l'appréhension du coût des évolutions se traite ailleurs et explique la proportion de « modifications sans coûts ». Cependant, cette approche est contraire à la documentation de référence qui met en évidence le rôle du processus de gestion de configuration pour identifier et tracer les coûts de manière à pourvoir définir la justification économique et financière du changement proposé (Entreprise, 2007a; 2007c). Par ailleurs, on peut souligner que ce processus est également la référence utilisée dans les autres processus organisationnels par rapport à l'ensemble des caractéristiques des modifications, qu'elles soient techniques ou économiques (voir *Partie 4 – 3.3. L'émergence de la « modification sans coût » au cœur des pratiques de la gestion de configuration*).

3.4.2.2.Un moyen d'entretenir les compétences d'ingénierie

Le fait que des ingénieurs instruisent des modifications est également un moyen, en l'absence de programmes de développement importants, d'entretenir les compétences d'ingénierie, tant pour la production actuelle que pour les futurs développements (Responsable Programme 2, 2009a) :

> « Aujourd'hui en l'absence de programmes de développement importants, il est difficile de retenir nos ingénieurs seulement pour de la production et il est donc compliqué de maintenir nos compétences d'ingénierie. Dans cette situation, l'instruction des modifications est un moyen qui permet de préserver nos compétences. ».

Les modifications étant considérées ici comme des « morceaux » de conception, la ressource d'ingénierie utilisée dans la gestion de configuration est donc, dans cette logique, une ressource stratégique pour l'organisation et doit de ce fait être préservée pour anticiper de futurs programmes de développement. Son coût est donc préengagé à travers le dimensionnement des équipes d'ingénierie et a une légitimité autre que son utilisation dans les

processus de gestion de configuration. Si les équipes d'ingénierie ne réduisent pas le coût d'instruction des modifications au profit de leur seule sauvegarde, la question qui se pose alors c'est celle d'adapter les ressources à la quantité de travail à faire même s'il n'est pas évident d'avoir une mesure pour augmenter ou diminuer les heures d'ingénierie (Responsable Programme 1, 2009; 2011b; 2011a).

3.4.2.3.Un coût des évolutions considéré comme normal

Le deuxième élément avancé soutient l'idée que les coûts liés aux modifications constituent un coût normal dans la production d'un système complexe. L'idée est que ce type de production entraînant naturellement un certain nombre d'événements non prévus tels que les évolutions, une équipe dont le travail est justement de traiter ces dossiers a donc été mise en place :

> « Comme le type de production fait qu'il y aura toujours des anomalies, des dérogations et des modifications à traiter, on a choisi de mettre en place une équipe au forfait dont le travail est justement de traiter ces perturbations. Il vaut mieux faire cela plutôt que de devoir ajouter des ressources à chaque fois que l'on est confronté à ce genre de problèmes. » (Responsable Programme 1, 2011b) ;

> « Notre équipe d'ingénierie se justifie par la nécessité naturelle en production [d'un système complexe] d'avoir à subir des dérogations, des anomalies et des modifications. Cette équipe est nécessaire pour nous convaincre que ces perturbations n'empêchent pas le système de fonctionner, en quelque sorte malgré la « maladie », et d'en faire, en conséquence, l'éloge à notre client malgré les défauts visibles. » (Responsable Programme 1, 2011a).

Dans cette situation, le référentiel du Système n'est pas figé et évolue tout le temps (voir *Partie 4 – 2.2.1. Les modifications en tant que caractéristique intrinsèque aux PSC*). De ce fait, les activités de gestion des modifications sont considérées comme déjà intégrées et budgétées dans le plan de charge. Par exemple, une équipe d'ingénieurs a été définie pour traiter les évolutions techniques et ces derniers considèrent que la gestion des évolutions constitue un travail normal faisant partie de la définition de leur métier :

> « Il est normal pour nous de faire des modifications. […] On est payé pour faire des modifications. […] La majorité des conséquences liées à une modification c'est du travail normal pour des personnes chargées de la production d'un système complexe. Si ce n'est pas du travail normal, alors on augmente les prévisions de coûts. » (Ingénieur 2, 2009).

La présence importante de « modifications sans coûts » peut donc s'expliquer par le fait que les conséquences économiques aient déjà été budgétées, avec des équipes dédiées dont la définition du métier inclus la gestion des évolutions. Tout ou partie des activités autour de la gestion des modifications constituent ainsi du travail normal dont les conséquences économiques (hors coûts supplémentaires) sont déjà inclues dans les prévisions de coûts (voir *Partie 5 – 2. 1. La dimension économique de la « modification sans coût »*).. Dans ce contexte, ces types de modifications peuvent alors être considérés comme sans coûts au moment où la décision est prise par la Commission :

> « Si les coûts d'une évolution ont été prévus il y a plusieurs années, alors il n'y a pas d'impact sur les prévisions de coûts et donc la modification peut être considérée comme sans coûts. De la même manière, les coûts d'ingénierie liés aux modifications sont prévus depuis longtemps et ne constituent donc pas des coûts à prendre en compte lors des réunions de la Commission. » (Responsable Programme 1, 2009).

Cette approche correspond plutôt à une perspective de temps court dans l'appréhension des implications économiques des modifications, puisque seul est pris en compte un éventuel coût marginal considéré de plus comme non significatif.

3.4.2.4.Un coût des évolutions considéré comme non-significatif

En effet, le dernier élément d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts » développé se rapporte à l'importance du niveau de ces coûts. Si des ressources sont bien mobilisées pour la gestion et le traitement des évolutions, celles-ci ne sont pas pour autant nécessairement significatives dans la production du Système. Cet argument a notamment été suggéré par l'un des acteurs de l'organisation :

« Les impacts économiques potentiels sont peu significatifs par rapport à l'ensemble de la production du Système. » (Responsable Programme 1, 2009) ;

« Il faut noter que, dans la plupart des cas, les coûts des modifications sont peu significatifs par rapport à l'ensemble de la production du Système qui se chiffre en dizaines de millions d'euros. Ce n'est donc probablement pas la peine de s'investir dessus. » (Responsable Programme 1, 2011b; 2011a).

Ce raisonnement renvoie précisément à une approche marginaliste des coûts, les coûts encourus étant déjà engagés à epsilon près (voir *Partie 5 – 2. 1. La dimension économique de la « modification sans coût »*).

Ces arguments avancés pour justifier la présence majoritaire de « modifications sans coûts » ne sont cependant pas partagés par l'ensemble des acteurs de l'Entreprise. Un certain nombre d'entre eux remettent ainsi en cause la présence de « modifications sans coûts » dans les processus et les explications justificatives avancées.

3.4.3. La remise en cause des justifications avancées autour des « modifications sans coûts »

Parmi les acteurs de l'Entreprise, certains contestent ainsi les arguments avancés pour justifier la présence majoritaire de « modifications sans coûts ».

Premièrement, pour ces acteurs l'idée de tracer les coûts en-dehors du processus de gestion de configuration (voir *Partie 4 – 3.4.2.1. Une traçabilité des coûts en-dehors du processus de gestion de configuration*) est en contradiction avec la documentation de référence (Entreprise, 2007a; 2007c; 2008b; 2011b) et se heurte à l'absence d'une traçabilité effective des coûts dans les autres processus de l'Entreprise (Contrôleur 2, 2009; Responsable Programme 1, 2009; Responsable Qualité, 2009). Cette situation, où la question économique n'est pas traitée au même moment que l'analyse de la proposition d'évolution, est ainsi l'un des éléments à l'origine des nombreuses « modifications sans coûts » (Ingénieur 4, 2009a).

Deuxièmement, si l'organisation peut avoir un intérêt stratégique à préserver des compétences d'ingénierie grâce au processus de gestion de configuration (voir *Partie 4 – 3.4.2.2. Un moyen d'entretenir les compétences d'ingénierie*), certains acteurs ont contesté le fait que les conséquences économiques liées à cette stratégie puissent être à la charge du Programme de production du Système (Contrôleur 3, 2009). Dans cette perspective, ce type de coûts devrait être supporté au niveau de l'Entreprise et non d'un Programme spécifique.

Troisièmement, ces acteurs contestent que le coût des évolutions puisse être considéré comme normal (voir *Partie 4 – 3.4.2.3. Un coût des évolutions considéré comme normal*). En effet, pour ces derniers, les modifications ne sont pas des événements nominaux mais des perturbations ayant des conséquences sur le flux de production prévu. Ainsi, même dans le cas d'une production complexe de ce type, le référentiel doit être un minimum stabilisé et ce type d'événements considéré comme des perturbations (Contrôleur 1, 2008; Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 4, 2010b; Responsable Programme 5, 2010). Dans ce cadre, les activités engendrées par la gestion des modifications ne constituent pas du travail normal et ce même avec un type de production complexe (Contrôleur 1, 2008; Contrôleur 2, 2009; Contrôleur 3, 2009). Par conséquent, les conséquences économiques des modifications ne peuvent pas être considérées comme des *sunk costs* qui seraient déjà inclus dans la structure des coûts et engagés avant la prise de décision en Commission (Contrôleur 2, 2009). C'est par exemple le cas du dimensionnement des équipes d'ingénierie chargées de traiter les modifications qui doit être adapté, au moins en partie, aux besoins de la production (Contrôleur 3, 2009). Au contraire, ce sont des conséquences économiques supplémentaires non prévues pour l'Entreprise et, de ce fait, l'impact en termes de coût ne peut pas être considéré comme normal (Contrôleur 4, 2010a).

Quatrièmement, pour ces acteurs le coût des évolutions ne peut pas non plus être considéré comme non-significatif (voir *Partie 4 – 3.4.2.4. Un coût des évolutions considéré comme non-significatif*). Même s'il ne représente pas une part prépondérante du haut niveau de coût d'un système complexe de ce type, cela ne signifie pas nécessairement qu'il ne soit pas significatif du point de vue de la compétitivité du produit sur le marché, en particulier dans un contexte économique de plus en plus contraignant (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*). Cette appréhension économique des modifications renvoie ainsi à un horizon de temps long avec la vision stratégique du maintien de la compétitivité du produit pour le futur.

Différents positionnements émergent donc par rapport aux significations que les acteurs attribuent à la « modification sans coût » et ce selon de multiples dimensions. Parmi celles-ci, l'un des débats qui s'est développé concerne la nature significative ou non des conséquences économiques des modifications. Dans cette situation, le chercheur a été chargé, au moment de sa présence dans l'Entreprise, de mener une étude sur le niveau de coûts des évolutions autorisées. Celle-ci a conduit à définir la notion de « coût administratif de la modification ».

3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification »

3.4.4.1. Le choix d'appréhender le seuil des conséquences économiques du changement

Initialement, aucun indicateur pouvant permettre d'évaluer le caractère significatif ou non des coûts des évolutions n'était disponible dans l'organisation (voir *Partie 4 – 1.1. La rareté des indicateurs disponibles et l'identification du rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration*). En utilisant les comptes-rendus des séances de la Commission, une première appréhension du coût des évolutions a été développée, en distinguant les modifications sans coûts identifiés des modifications avec coûts avec coûts identifiés (voir *Partie 4 – 3.1. L'indicateur sur les coûts des modifications identifiés*). Or, avec cette méthode, le coût du changement est construit uniquement par l'addition des coûts récurrents et non-récurrents identifiés sur la modification proposée. Si cette approche a permis d'obtenir des informations sur la répartition des modifications selon le coût ou l'absence de coût évalué (voir *Partie 4 – 3.1. L'indicateur sur les coûts des modifications identifiés*), elle est limitée par le fait qu'elle ne prend en compte que les coûts relevés en Commission. Cela n'inclut donc pas l'ensemble des conséquences économiques liées à la mise en œuvre du changement. Par ailleurs, la très grande variété du niveau des coûts engendrés par les modifications (de la simple mise à jour documentaire nécessitant quelques heures de travaux, au remplacement d'un composant nécessitant des investissements lourds et demandant des milliers d'heures d'opérations sur le Système) rendait incertains et aléatoires les résultats d'un tel travail[38]. Une autre perspective a donc été envisagée en partant de l'idée suggérée par l'un des acteurs :

[38] Cette idée a cependant été reprise dans le plan de transformation dans la mise en place d'un indicateur de « catégorie de coût » (voir *Partie 4 – 4.2.3. La mise en œuvre d'indicateurs clés*).

> « Il faut mieux valoriser les coûts de l'Entreprise dans le processus. Cela pourrait commencer par la définition d'une check-list des différentes actions à faire pour appliquer la modification qu'il permettrait ensuite d'évaluer le coût approximatif d'une modification avec la traînée induite minimale. Cela introduirait déjà un seuil minimum pour l'examen en Commission. En parallèle, il faudrait définir des critères d'aide à la décision pour les responsables. Pour la partie financière, on pourrait établir un retour sur investissement minimum pour l'acceptation de la demande qui serait calculé par rapport au coût incompressible des modifications, par exemple les heures passées en réunion. » (Contrôleur 3, 2009).

Au lieu de tenter de mesurer l'ensemble des coûts pour vérifier si ceux-ci étaient significatifs ou non, la démarche adoptée a été l'évaluation du seuil minimum des conséquences économiques induites par la mise en œuvre d'une modification. Dans ce but, les activités de base nécessaires à la gestion de l'évolution ont été identifiées de manière à mesurer les coûts minimums nécessairement engagés. Cela a conduit à définir le « coût administratif de la modification ».

3.4.4.2.Méthodologie

Le « coût administratif de la modification » correspond à la somme de l'ensemble des conséquences économiques liées à la gestion administrative du dossier de la modification. Ces coûts sont systématiques et inhérents à chaque évolution technique, puisqu'il est toujours nécessaire de gérer administrativement la modification tout au long du processus de gestion de configuration (Entreprise, 2007a; 2008b). L'estimation de ce « coût administratif de la modification » a tout d'abord nécessité l'établissement d'une liste des opérations de gestion indispensables pour traiter les demandes d'évolutions. Ces actions concernent principalement le temps de travail nécessaire pour préparer le dossier de la modification (rassemblement de l'information, écriture des documents, …) et celui alloué à la présentation du dossier dans toutes les commissions du processus de gestion de configuration. Une fois cette liste validée par l'un des responsables du Programme (Responsable Programme 3, 2010b), les hypothèses suivantes ont ensuite été utilisées :

- dix heures de préparation pour la création d'une modification ou d'une instruction (moyenne estimée (Entreprise, 2010c)) ;
- cinq heures pour l'examen de la modification dans les commissions (moyenne estimée à partir des observations en Commission et élargie aux autres réunions du processus – voir les détails de cette évaluation en *Annexe 4*) ;
- dix heures pour la mise en œuvre de la directive d'application (Responsable Programme 3, 2010b) ;
- trois instructions générées par chaque modification (moyenne constatée en 2009) ;
- une directive d'application générée par chaque instruction (Entreprise, 2008b) ;
- le nombre d'évolutions techniques autorisées en 2010 (plusieurs centaines pour chaque groupe de modifications).

3.4.4.3.Résultats et limites

Selon les hypothèses retenues, une centaine d'heures est en moyenne nécessaire pour gérer administrativement le dossier de la modification (voir *Tableau 3*). Il faut cependant nuancer ces résultats au regard des hypothèses considérées, puisque la plupart d'entre elles sont des moyennes et ne rendent donc pas compte de la variété des sujets traités. Malgré cette limite, en considérant seulement l'impact administratif global de la gestion des évolutions techniques, on peut s'apercevoir que celui-ci entraîne déjà une quantité d'heures de travail non négligeable, auquel il faut bien sûr rajouter l'impact spécifique de l'application concrète de chaque évolution sur le produit et dans sa documentation. La présentation de ces résultats aux acteurs de la gestion de configuration a cependant fait émerger différents positionnements par rapport à la nature significative ou non de ce niveau de coût.

TABLEAU 3

Phases	Actions	Nombre d'heures / modification Groupe 1	Groupe 2
Autorisation	Création de la modification Examen de la modification de Groupe 1(Entreprise) Validation de la modification de Groupe 1 (Client) Examen et validation de la modification de Groupe 2 (Entreprise)	20	15
Instruction	Création des instructions Examen des instructions (Entreprise) Validation des instructions de Groupe 1 (Client) Validation des instructions de Groupe 2 (Entreprise)	50	50
Application	Création des directives d'application Mise en œuvre des directives d'application	35	35
	Total heures / modication	105	100
Total du nombre d'heures pour la gestion "administrative" des modifications		Plusieurs dizaines de milliers d'heures	

Estimation du « coût administratif » des modifications

3.4.4.4.Les acteurs et le « coût administratif de la modification »

Les acteurs de l'organisation ont ainsi eu principalement deux types de réactions. D'un côté, certains ont mis en avant l'importance des coûts engendrés par les évolutions mis en évidence par le niveau déjà élevé du « coût administratif de la modification » :

> « Aujourd'hui, on ne peut plus dire que cela ne coûte rien au Programme. Ces dizaines de milliers d'heures ça fait quand même des dizaines de personnes à plein temps et avec ça on n'a pas encore touché au matériel. Dans cette situation, il n'est pas normal d'avoir autant de « modifications sans coûts ». » (Contrôleur 4, 2010a) ;

> « Comme on a rarement une bonne évaluation de nos coûts, il est très difficile de pouvoir procéder à un bon arbitrage coûts / bénéfices pour la société. Et, par conséquent, on peut prendre des décisions qui ne sont pas les meilleures parce que l'information économique n'est pas la bonne. » (Contrôleur 4, 2010a) ;

> « Créer une modification c'est un coût et ça il faut le faire rentrer dans les mentalités. Il faut par conséquent faire un rapport coût / bénéfice à chaque demande. » (Responsable Programme 5, 2010).

D’un autre côté, la présentation du « coût administratif de la modification » aux acteurs ayant souligné la nature non-significative des coûts des évolutions (voir *Partie 4 – 3.4.2. Eléments d’explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »*) n’a pas signifié pour eux la nécessité d’une traçabilité des coûts individuels de chaque modification :

> « Une modification peut avoir un coût à un endroit mais elle peut également entraîner des baisses de coûts à d’autres. Je suis d’accord pour dire que justement on n’a pas une bonne traçabilité mais c’est dans les deux sens. » (Responsable Programme 1, 2010) ;

> « [S’] il est vrai que nos équipes n’ont pas conscience de leur propre coût de fonctionnement […], ce qui est important à constater n’est pas le fait de ne pas tracer de manière exhaustive le coût individuel des modifications, mais plutôt la difficulté que nous avons rencontrée à chaque fois que nous avons voulu baisser le niveau d’ingénierie dans la production. C’est lié au fait que nous avons trop de modifications à traiter. » (Responsable Programme 1, 2011b).

Si la définition de la notion de « coût administratif de la modification » a donné une information nouvelle sur les conséquences économiques du changement, le positionnement des différents acteurs n’a lui pas fortement évolué et le débat sur la nature significative ou non du coût des évolutions est resté ouvert. De manière plus générale, la multiplicité des points de vue de ces acteurs sur les significations qu’ils attribuent à la « modification sans coût » a pu être démontrée (voir *Partie 4 – 3.4.2. Eléments d’explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »* et *Partie 4 – 3.4.3. La remise en cause des justifications avancées autour des « modifications sans coûts »*). Ces éléments confirment que la signification d’un outil de gestion peut se révéler ambiguë et permettre à des interprétations multiples et parfois conflictuelles d’émerger au cours du temps, étant donné qu’il y aura toujours plus qu’un cadre disponible pour interpréter même la mesure la plus basique (Nahapiet, 1988; Vollmer, 2007). A partir de l’identification de la diversité des significations associées à la « modification sans coût », l’intérêt s’est porté sur ce que cette situation entraînait en termes d’action, c'est-à-dire ce que fait faire cet outil, comment il influence les situations, quels effets pratiques et quelles logiques d’actions il induit comme s'il agissait lui-même. Les concepts clés de la théorie de l’acteur-réseau vont permettre d’appréhender ces questions lors de la discussion, notamment par la considération de la « modification sans coût » comme un actant (voir *Partie 5 –*

Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé). Auparavant, et afin de pouvoir prendre en compte l'ensemble des données issues du terrain, il est nécessaire de présenter le plan de transformation de l'activité de gestion de configuration qui s'est déroulé en parallèle de la recherche. Celui-ci s'est inscrit dans le cadre d'une volonté de transformation de la situation dans l'Entreprise et les recommandations développées seront de ce fait utilisées lors de la discussion pour évaluer l'impact potentiel de ces propositions sur les pratiques actuelles (voir *Partie 5 – 4. Evaluation de la portée du plan de transformation de la gestion de configuration proposé dans l'Entreprise*).

4. LE PLAN DE TRANSFORMATION DEVELOPPE DANS L'ENTREPRISE POUR L'ACTIVITE DE GESTION DE CONFIGURATION

Au moment où l'organisation fait face à un contexte économique de plus en plus contraignant (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*) et à un flux entrant de demandes d'évolutions non filtré et non maîtrisé (voir *Partie 4 – 2. La question du filtrage des demandes non nécessaires et la mise en évidence des « modifications strictement nécessaires »*), l'émergence d'un outil de gestion tel que la « modification sans coût » peut sembler paradoxale, même en tenant compte des éléments d'explication qui ont été avancés par certains acteurs de l'Entreprise (voir *Partie 4 – 3.4.2. Eléments d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »*). De fait, cette situation a été à l'origine de la mise en place d'un plan de transformation de la gestion de configuration. Si les travaux de ce groupe de travail se sont déroulés en parallèle de la recherche et que le chercheur y a participé en tant qu'acteur dans le cadre d'une recherche-action, c'est une démarche normative mise en place par l'organisation et destinée à transformer les processus de gestion des modifications qui sera présentée ici.

4.1. Le contexte autour de la mise en œuvre de nouveaux outils dans le processus de gestion de configuration de la production du Système

S'il est particulièrement intéressant d'étudier les choses qui sont toujours en train de se former, il est rarement possible d'être le témoin des difficultés de la naissance de nouveaux outils de gestion (Hopwood, 1987; Covaleski & Dirsmith, 1990; Robson, 1991; Latour, 1995; Justesen & Mouritsen, 2011). Cela a été par exemple le cas dans l'étude de Latour (1993a) sur la naissance et le développement d'un outil destiné à analyser les sols et la flore dans une région brésilienne ou dans celle de Briers et Chua (2001) sur l'émergence d'un nouveau système de comptabilité de gestion. Dans le cadre de cette étude, c'est l'apparition d'un contexte de plus en plus contraignant pour l'organisation et le développement de phénomènes nouveaux dans l'activité de gestion des évolutions (voir *Introduction* et *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*) qui ont de fait remis en cause l'équilibre du système de gestion de configuration. S'il permettait auparavant de remplir les objectifs de l'organisation (maîtrise technique du produit, maintien de la qualité), il est devenu inadapté à la nouvelle situation au

moins du point de vue de certains acteurs (Briers & Chua, 2001). En effet, ces nouveaux éléments ont favorisé l'émergence de nouveaux objectifs (maîtrise du flux d'entrée des évolutions, prise en compte de la dimension économique, contrôle des conséquences en termes de coûts) soutenus par un certain nombre d'acteurs de l'organisation. Dans ce contexte, la mise en évidence de l'émergence de la « modification sans coût » (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*) au cours de cette étude longitudinale dans l'Entreprise apparaît comme un élément clé au cœur de cette nouvelle problématique.

A partir de ces éléments, des responsables du Programme ont commencé à réfléchir à des actions d'amélioration pour répondre aux nouvelles problématiques de l'activité de gestion de configuration. Cela s'est notamment traduit par la mise en place d'un groupe de travail spécifique qui a intégré des acteurs venant des différentes équipes de l'organisation (ingénieurs, contrôleurs, responsables, …). L'objectif principal pour ces membres a été de proposer des solutions permettant d'améliorer l'efficacité des processus en place de manière à pouvoir maîtriser le flux entrant des nouvelles évolutions et éviter l'accumulation de dossiers ouverts en exerçant notamment un filtre sur les demandes effectuées (Entreprise, 2009c). Ce projet s'inscrit donc dans une volonté de transformation d'une situation qui est particulièrement intéressante à analyser compte-tenu du point de vue épistémologique choisi (voir *Partie 2 – 1.3. Le choix épistémologique de la recherche : le pragmatisme*). Si les éléments de transformation proposés l'ont été au niveau global de l'Entreprise (c'est-à-dire pour les différents Programmes de l'organisation), seules les recommandations concernant le Programme de production du Système sont considérées ici. Dans ce cadre, les propositions développées peuvent être synthétisées autour de la mise en place de trois éléments clés qui seront successivement présentés (Entreprise, 2010d) :

- l'amélioration de l'information disponible écrite dans la demande de modification et présentée en Commission, avec en particulier une focalisation nouvelle sur les données économiques ;
- l'implication de nouveaux acteurs dans le processus de prise de décision en Commission ;
- la mise en œuvre d'indicateurs pertinents pour une meilleure prise de décision et la définition d'actions correctives.

Il faut cependant préciser ici que cette démarche de changement ne présente pas mes propres conclusions, mais des propositions normatives développées par des acteurs de l'organisation. Du point de vue de la recherche, les recommandations formulées dans le cadre de ce groupe de travail (et leur application dans les processus) seront ensuite largement analysées lors de la discussion autour du rôle de l'outil de gestion « modification sans coût » qui permettra notamment de mesurer la portée de ces propositions dans l'évolution des pratiques (voir *Partie 5 – Discussion sur la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût » et son rôle dans le maintien de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé*).

4.2. L'amélioration de l'information disponible

4.2.1. Les limites des données fournies dans les propositions de modifications

Afin de répondre à l'objectif d'amélioration de l'efficacité du processus et de maîtrise du flux entrant, le premier axe de changement proposé a été sur l'information disponible. L'amélioration des données fournies dans la demande de modification a en effet été dès le départ identifiée par les acteurs ce groupe de travail comme un facteur clé du processus de décision, puisque c'est sur la base des éléments disponibles en Commission que les décisions d'autorisation sont prises :

> « Les conséquences d'une modification mal préparée ou mal appliquée peuvent avoir des impacts néfastes. C'est pourquoi les justifications à l'origine de la demande doivent être claires pour éviter de prendre des risques pour rien. » (Ingénieur 4, 2009a).

Or, si la documentation interne donne des indications sur les informations requises (Entreprise, 2008b) (voir *Partie 1 – 3.3.2. Le processus étape par étape*), celles-ci ne sont pas toujours renseignées :

> « Le dossier complet de la demande devrait déjà être systématiquement fourni en Commission, mais ce n'est pas toujours le cas. Cela inclut notamment la description du contexte de la demande, sa justification avec les documents associés, les références

ainsi que les logiques de qualification et de production et bien sûr l'évaluation des coûts. » (Ingénieur 4, 2009a) ;

« Les demandes de modifications ne sont pas assez formalisées. » (Ingénieur 2, 2009) ;

« Il faut avoir à l'esprit que certaines demandes sont présentées sans que la prise de décision ne soit possible pour la Commission. » (Responsable Programme 1, 2009).

En conséquence, un certain nombre de difficultés ont été mises en lumière au cours des travaux préliminaires du groupe de travail au regard de l'information disponible en Commission (Entreprise, 2010e) :

- une grande variété dans le niveau d'information présentée dans les demandes ;
- la présentation de dossiers non prêts pour un examen en Commission ;
- la présentation d'évolutions déjà (partiellement) engagées avant qu'une décision ait été prise ;
- la confusion dans la rédaction de certains éléments (par exemple la distinction entre la justification et la description de la modification) ;
- la quasi-systématique absence de certains éléments (par exemple une évaluation pertinente des coûts).

A partir du constat des limites des données présentées dans le document de demande d'évolution, les acteurs impliqués dans le plan de transformation ont défini des critères de maturité permettant d'uniformiser et de rendre plus pertinente l'information contenue dans les propositions de modifications

4.2.2. La définition de critères de maturité

L'identification de l'absence d'un niveau uniforme et pertinent de l'information présentée devant la Commission, conjuguée à l'idée que cette situation entraîne des conséquences dans le processus de prise de décision, a entraîné la définition et le développement de critères de maturité des demandes de modification (Entreprise, 2010e). Ce positionnement s'inscrit

précisément dans la perspective développée par l'un des acteurs impliqué dans le processus de gestion de configuration :

> « Il faudrait mieux définir les critères de recevabilité de la demande en Commission. Il faut industrialiser les demandes de modifications, cela nous permettrait d'éviter de perdre du temps en réunion. En plus, cela permet d'avoir déjà un filtre par rapport à la recevabilité de la demande en Commission. » (Contrôleur 3, 2009).

Ces critères de maturité, proposées dans le cadre du plan de transformation, représentent *les éléments nécessaires et suffisants qui doivent être renseignés dans le document de modification à chaque étape du processus de gestion des modifications* (Entreprise, 2010e). Ainsi, l'information nécessaire et suffisante pour un examen et une prise de décision en Commission a été listée et expliquée dans une note interne qui a été diffusée à tous les acteurs impliqués dans l'activité de gestion de configuration (Entreprise, 2010f).

La définition de critères de maturité, et la volonté de les appliquer dans le processus, a ensuite nécessité une évolution significative des formulaires utilisés dans l'activité de gestion des modifications. En effet, afin de pouvoir mettre concrètement en œuvre ces critères de maturité dans les processus de gestion de configuration, il était nécessaire d'adapter le format papier et les modules informatiques associés, afin que ces deux supports soient adaptés à ces critères et utilisés dans la perspective souhaitée. Cette évolution avait d'ailleurs également été identifiée comme un axe d'amélioration pertinent au cours des travaux effectués dans le cadre de ce projet de transformation :

> « Il faut penser sérieusement à adapter le formulaire. » (Gestionnaire de Configuration 1, 2009) ;

> « Il faut retravailler le format de la demande de modification. La production est quand même plus simple que le développement. » (Responsable Programme 1, 2009) ;

> « Il faut préciser plus clairement les coûts dans le formulaire de demande. » (Responsable Programme 2, 2009b) ;

> « De manière générale, il faut mieux communiquer sur les attentes de la Commission. Et je suis d'accord que cela passe déjà par une amélioration du formulaire de demande » (Responsable Programme 3, 2009).

La première recommandation clé formulée dans le cadre de ce groupe de travail a donc été, à travers la définition précise des éléments attendus et leur mise en cohérence avec les outils utilisés, d'améliorer et d'uniformiser le niveau d'information disponible au moment où la décision d'autorisation est prise en Commission. L'ensemble de ces éléments a été intégré dans la documentation interne à l'occasion de l'écriture d'un nouveau plan de gestion de configuration, la référence définissant les règles de cette activité, et dont la mise en œuvre est prévue courant 2012 (Entreprise, 2011b). Ces changements doivent entraîner une meilleure efficacité du processus et une plus grande maîtrise du flux entrant des modifications.

4.2.3. Le développement des données économiques

Parmi les données disponibles devant être présentées au cours du processus, on peut notamment souligner le changement proposé concernant les données économiques. En effet, ce type d'information n'était auparavant que rarement intégré aux demandes d'évolutions et cela s'est en particulier traduit par la présence majoritaire de « modifications sans coût » (voir *Partie 4 – 3.1. L'indicateur sur les coûts des modifications identifiés*). Or, la mise en évidence du « coût administratif de la modification », auquel il faut additionner les impacts de la mise en œuvre même de la modification, a notamment développé l'idée que les conséquences économiques des évolutions techniques ne pouvaient pas être considérées comme négligeables (voir *Partie 4 – 3.4.4. Le concept de « coût administratif de la modification »*). Par conséquent, même une demande de modification n'impliquant que des impacts *a priori* insignifiants, a en fait des coûts non négligeables pour l'organisation et il est important de les prendre en compte au moment de la prise de décision en Commission afin de pouvoir exercer une contrainte sur le flux entrant par la dimension économique.

Cette idée s'est de fait traduite par un changement important de l'information économique requise dans la demande de modification et par le développement d'un nouveau format de la

fiche de coûts de la modification[39] (Entreprise, 2010a; 2010e). Cette nouvelle fiche de coûts souligne les différents aspects de l'évaluation des coûts et de la logique économique de la demande et l'auteur de la demande de modification doit donc remplir l'information suivante, celle-ci étant ensuite complétée et validée en Commission (Entreprise, 2011c) :

- les coûts de mise en œuvre en interne de l'Entreprise (récurrents et non-récurrents), incluant les « coûts administratifs » ;
- les coûts des clients et/ou des sous-traitants (récurrents et non-récurrents) ;
- les sources de financement (internes ou externes) ;
- la logique financière incluant un retour sur investissement et les hypothèses utilisées.

Le but de ce nouveau format de la fiche de coûts est donc de développer la logique économique associée à l'évolution, d'appréhender précisément les éléments économiques de la modification, de différencier les coûts internes et les coûts externes (sous-traitants et clients), ainsi que de distinguer clairement la partie relative à l'évaluation des coûts de celle liée à ses financements. Ce document doit ensuite être validé et signé par les contrôleurs au moment où la décision est prise en Commission (Entreprise, 2011b). Obligatoire ou non selon le niveau d'impact économique de l'évolution, cet outil devrait permettre d'éviter, ou au moins de diminuer, l'occurrence des « modifications sans coûts » et de développer une contrainte économique pour filtrer de manière plus importante les demandes d'évolutions.

4.3. L'implication de nouveaux acteurs dans la prise de décision

Au-delà de l'amélioration de l'information disponible et notamment des données économiques, l'implication de nouveaux acteurs dans le processus de prise de décision lors des sessions de la Commission a également été proposée pour répondre à l'objectif fixé. Les observations faites montrent ainsi qu'aujourd'hui, c'est le responsable du Programme présent en Commission ayant le rang le plus élevé qui est le seul décideur de l'autorisation ou non des demandes (Entreprise, 2009b; Ghélardi, 2009b). Les ingénieurs fournissent leur expertise technique seulement pendant la phase d'examen et les contrôleurs ne participent que très peu, ou pas du tout, aux discussions (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration*

[39] Ces évolutions ont été proposées pour être appliquées à la fois dans le format papier et informatique.

de la production du Système). Par conséquent, le processus d'autorisation des demandes en Commission est presque uniquement dans les mains des responsables du Programme. Afin de développer une prise de décision plus multilatérale, les membres du plan de transformation ont ainsi recommandé la participation d'autres acteurs à la prise de décision en Commission.

Premièrement, ce groupe de travail a proposé qu'un ingénieur spécifique soit désigné pour suivre l'évolution technique tout au long du processus, de la création de la demande à son application concrète. Cette proposition part du constat que les dossiers d'évolution ne sont pas forcément gérés efficacement et que la coordination dans la mise en œuvre des différents aspects du changement n'est pas toujours assurée :

> « On a […] un problème de management des modifications. Les modifications sont de véritables projets qui doivent avoir un vrai chef de projet qui devra agir en tant que moteur du projet. Pour cela il devrait prendre en compte l'ensemble des aspects des modifications, aussi bien le côté technique que les coûts ou les questions liées à l'application de l'évolution. Or, ce rôle n'est actuellement pas rempli et on analyse finalement que la partie technique de la modification. » (Responsable Programme 2, 2009a) ;

> « On revient au problème du chef de projet des modifications. Nous allons proposer de créer une équipe de chefs de projets pour les modifications. Ils auraient une bonne compréhension du Système et seraient prêts à défendre le dossier techniquement et économiquement. » (Responsable Programme 3, 2009).

Au-delà de l'attente d'une plus grande efficacité dans la gestion du dossier de modification, notamment par un traitement plus efficace des évolutions ouvertes (c'est-à-dire autorisées mais non encore appliquées), cet ingénieur nommé « *Change Leader* » aurait la responsabilité d'évaluer l'intérêt de l'organisation à mettre en œuvre l'évolution technique. Compte-tenu de la connaissance importante qu'il aurait acquise en gérant la modification, l'idée avancée est que cet acteur devrait avoir la meilleure perception des avantages et des inconvénients de la demande. C'est pourquoi la recommandation qu'il formulerait à propos de l'intérêt ou non d'autoriser la proposition pourrait être particulièrement pertinente et considérée au moment de la prise de décision en Commission.

Deuxièmement, le renforcement du rôle des contrôleurs dans la prise de décision a été proposé dans le cadre du plan de transformation. Aujourd'hui, la présence de ces acteurs en Commission est faible et, surtout, leur opinion est rarement exprimée (Entreprise, 2009b; Ghélardi, 2009b). Si les contrôleurs ne sont pas qualifiés et n'ont pas de légitimité pour évaluer les aspects techniques de la modification, ils peuvent cependant fournir un point de vue économique sur l'évolution. Les membres du groupe de travail ont donc proposé de les impliquer plus fortement dans la prise de décision à travers la mise en place de nouveaux outils et notamment le développement d'une validation des coûts. Dans ce sens, et alors qu'aujourd'hui l'évaluation des coûts du changement est absente ou succincte, la mise en place d'une nouvelle fiche de coûts associée au nouveau format de demande (voir *Partie 4 – 4.2. L'amélioration de l'information disponible*), a été proposée (et mise en œuvre) de manière à obtenir une évaluation des coûts plus précise et plus pertinente (Entreprise, 2011c). Cette nouvelle fiche de coûts est tout d'abord destinée à développer une meilleure traçabilité des implications économiques des modifications pour, par exemple, les mettre en relation avec les ventes réalisées auprès des clients, ou encore pour éviter la survenance de « modifications sans coûts » (voir *Partie 4 – 4.2.3. Le développement des données économiques*). Mais ce sont surtout les conséquences potentielles dans la prise de décision qui ont été à l'origine de cette nouvelle fiche de coûts. En effet, avec des informations en termes de coûts plus développées, les acteurs porteurs de la dimension économique, ici les contrôleurs, pourraient mettre en perspective cette dimension par rapport à la dimension technique lors de la prise de décision en Commission. Dans ce sens, la validation des coûts par les contrôleurs a d'ailleurs été rendue obligatoire pour les évolutions dont les coûts atteignaient un certain montant (Entreprise, 2011b).

4.4. La mise en œuvre d'indicateurs clés

4.4.1. Les raisons du développement de nouveaux indicateurs

Le dernier élément clé proposé dans le cadre du plan de transformation concerne la mise en œuvre d'indicateurs pour piloter dans le temps l'activité de gestion des modifications. L'amélioration de l'information disponible et l'implication de nouveaux acteurs en Commission devraient ainsi entraîner une prise de décision fondée sur de nouveaux éléments et, potentiellement, la faire évoluer avec notamment la prise en compte de la contrainte

économique. Si ces éléments pourraient donc permettre le développement d'une meilleure efficacité des processus et un filtrage plus important des demandes non-nécessaires, un pilotage de cette activité doit cependant pouvoir être réalisé par les responsables du Programme. Ces derniers avaient donc défini comme objectif de ce projet l'établissement d'outils leur permettant de disposer de leviers d'action.

Aujourd'hui, alors que seul le nombre total des demandes autorisées est disponible et que cet indicateur ne permet pas de définir des actions ciblées (voir *Partie 4 – 1.1. La rareté des indicateurs disponibles et l'identification du rôle clé de la Commission dans le processus de gestion de configuration*), les possibilités d'actions disponibles sont restreintes à :

- la détermination d'un quota maximum de modifications pouvant être mises en œuvre sur une période de temps ;
- la décision d'une réduction d'un certain nombre/pourcentage d'évolutions.

Ces méthodes de type *top-down* peuvent cependant s'avérer dangereuses pour deux raisons. D'une part compte-tenu du fait que ces restrictions pourraient empêcher la mise en place de changements nécessaires pour l'organisation une fois la limite atteinte et entraîner par la suite des conséquences néfastes pour la production. D'autre part, ces restrictions s'effectuant à un niveau global de l'activité, elles ne prendraient pas en compte les spécificités des demandes, ce qui pourrait rapidement donner lieu à des détournements :

> « Si l'on fixe des objectifs en termes de nombre de modifications, au-delà du manque de traçabilité et de ses risques, il est probable que cela entraîne des détournements par les acteurs comme par exemple avec le regroupement de plusieurs modifications en un seul dossier. » (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a).

Il a ainsi été identifié que ces responsables devaient disposer de nouveaux indicateurs pertinents et notamment sur les caractéristiques des évolutions techniques autorisées (Entreprise, 2010b). Dans ce sens, la vocation d'un indicateur est ici d'apporter un éclairage décisionnel aux principaux acteurs (Giard, 2003). Afin de permettre aux responsables du Programme de pouvoir mettre en place des actions correctives pour piloter l'activité de gestion des modifications et exercer un contrôle sur l'efficacité du processus ou la maîtrise du

flux entrant des demandes d'évolutions. C'est pourquoi, deux indicateurs *ex post*, c'est-à-dire destinés à évaluer la qualité des décisions passées (Giard, 2003), ont ainsi été proposés et intégrés dans le nouveau format de demande de modification : la classification de la modification selon sa justification et la mise en place de catégories de coût (Entreprise, 2011c).

4.4.2. Les deux nouveaux indicateurs proposés

Premièrement, l'indicateur « catégorie de la modification » utilise une classification des évolutions techniques construite à partir de celle que utilisée précédemment dans le recueil de données sur les justifications du changement (voir *Partie 4 – 1.4. Les justifications des demandes de modifications*). Celle-ci a été complétée et validée avec le responsable de l'équipe de gestion de configuration (2010). Cet indicateur permet de déterminer la raison pour laquelle la demande a été faite, c'est-à-dire la justification ou la cause racine de l'évolution technique. Les acteurs du groupe de travail ont ainsi proposé que cette information soit remplie par l'auteur de la demande de modification et qu'elle soit ensuite validée par la Commission. Avec cet indicateur, le but est tout d'abord de répondre à la demande sur une meilleure visibilité sur la répartition des différents types de modifications autorisées (Responsable Programme 5, 2010). Mais surtout, cela permettrait ainsi aux responsables du Programme de définir de potentielles actions *a posteriori* ciblées sur certains types spécifiques de modifications (par exemple sur celles liées à l'amélioration de la qualité du Système qui ont fait l'objet d'un débat parmi les acteurs de la gestion de configuration – voir *Partie 4 – 2.4.4.1. Le débat sur l'utilité et la nécessité des modifications*) et non définies à partir de méthodes globales.

Deuxièmement, l'indicateur « catégorie de coût » a été défini pour fournir une information sur le niveau de coût de l'évolution technique autorisée. En effet, alors que ce coût peut être très variable d'une modification à une autre, cet indicateur a pour but de développer une meilleure connaissance de la répartition des modifications selon leur niveau de coût, des évolutions techniques entraînant seulement des coûts de gestion du changement (les coûts administratifs de la modification), à celles qui impliquent des centaines d'heures de travaux additionnels. Son objectif est tout d'abord de donner une meilleure visibilité sur la gestion des modifications, cette fois-ci par rapport à ses conséquences économiques. De plus, les

informations fournies par cet indicateur pourraient donner ensuite l'opportunité aux acteurs du Programme de définir des actions spécifiques sur les évolutions ayant un certain niveau d'implications en termes de coûts. Enfin, comme précisé auparavant, il a été décidé que l'autorisation d'une demande d'évolution en Commission sera dorénavant soumise à la validation économique des contrôleurs pour les modifications des catégories de coûts les plus élevées (Entreprise, 2011b).

Avec la mise en place simultanée de ces nouveaux outils, c'est-à-dire la combinaison d'une meilleure information disponible, le renforcement de la position de certains acteurs dans la décision même et l'amélioration du contrôle au niveau du Programme avec des indicateurs clés, c'est une amélioration des conditions de la prise de décision durant les sessions de la Commission qui est attendue. En effet, en cherchant à améliorer les processus en place et à maîtriser le flux entrant des demandes, ces propositions pourraient permettre d'éviter une croissance continue des modifications en ayant un niveau de filtre plus élevé sur les demandes examinées. Par exemple, aujourd'hui une « modification sans coût » dont l'intérêt technique peut être relatif est pratiquement toujours acceptée vu qu'elle est considérée comme n'ayant pas d'incidences économiques pour l'organisation. Avec le développement de l'information économique disponible et la création d'un indicateur sur le niveau de coût des évolutions, la décision prise en Commission par rapport à ce type de demandes pourrait évoluer et, le cas échéant, un pilotage par les responsables du Programme pourrait être exercé.

Après avoir présenté la recherche-action qui a été menée dans l'activité de gestion de configuration de l'Entreprise, une interprétation des données recueillies est maintenant proposée à travers le cadre de la théorie de l'acteur-réseau. Dans cette perspective, et après avoir mis en évidence l'existence d'un décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes imposées par un nouveau contexte, le rôle des outils comme la « modification sans coût » dans le maintien de pratiques héritées du passé et issues de logiques antérieures sera discuté. Cela permettra ensuite d'évaluer la portée de ce plan de transformation dans l'évolution des pratiques de la gestion des modifications et dans la résolution de ce décalage avec les nouvelles contraintes contextuelles.

PARTIE 5 – DISCUSSION SUR LA DECONSTRUCTION DE LA « MODIFICATION SANS COÛT » ET SON RÔLE DANS LE MAINTIEN DE PRATIQUES ISSUES DE LOGIQUES D'ACTIONS HERITEES DU PASSE

La recherche-action qui a été menée a permis d'appréhender les conditions de l'émergence de la « modification sans coût » en tant qu'outil de gestion dans l'organisation (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*). Au cours de cette démarche, il est apparu que la « modification sans coût » n'était pas un outil créé unilatéralement par un ou plusieurs acteurs, mais qu'elle avait émergé au sein des pratiques de la gestion de configuration et à partir d'un processus complexe dans lequel j'ai joué, en tant que chercheur impliqué dans une recherche-action, un rôle important en la rendant visible à partir de l'observation de ces pratiques organisationnelles (voir *Partie 4 – 3.3. L'émergence de la « modification sans coût » au cœur des pratiques de la gestion de configuration*).

Dans cette situation, les différentes significations que lui attribuent les acteurs de l'organisation caractérisent les propriétés particulières de la « modification sans coût » (voir *Partie 4 – 3.2. De l'appréhension des modifications sans coûts identifiés à l'outil de gestion « modification sans coût », Partie 4 – 3.4.2. Eléments d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »* et *Partie 4 – 3.4.3. La remise en cause des justifications avancées autour des « modifications sans coûts »*). Cependant, cet outil de gestion représente aujourd'hui autre chose dans l'organisation que ces interprétations individuelles ou que la somme de celles-ci. Par conséquent, il semble intéressant et utile d'analyser l'influence de la « modification sans coût » sur l'organisation, les comportements des acteurs et les logiques d'action qui y ont cours. A cette fin seront mobilisés les concepts clés de la théorie de l'acteur-réseau.

Dans cette perspective, la discussion sera structurée en quatre étapes principales. En premier lieu sera proposée une interprétation du processus de gestion de configuration et de la « modification sans coût » à travers la mobilisation des concepts clés de la théorie de l'acteur-

réseau présentés précédemment : les notions de réseau, d'actant, de traduction et de boîte noire. Cela permettra ensuite d'identifier les multiples dimensions auxquelles renvoie la « modification sans coût » dans l'organisation, que ce soit au niveau de l'économie, du produit, de la qualité, de la définition des métiers, de la stratégie, de l'environnement politico-institutionnel et commercial. A partir de l'ensemble de ces éléments, conjugués au constat d'un décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes issues d'un nouveau contexte, une interprétation sera proposée autour du rôle clé des acteurs non-humains, et en particulier de la « modification sans coût », dans la construction et le maintien de pratiques collectives issues de logiques héritées du passé au sein de l'activité de gestion de configuration du Système. Une discussion sera finalement développée autour de la portée à court et long-terme du plan de transformation proposé dans l'Entreprise (voir *Partie 4 – 4. Le plan de transformation développé dans l'Entreprise pour l'activité de gestion de configuration*) et notamment de l'impact potentiel de celui-ci dans la résolution du décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les nouvelles contraintes contextuelles.

1. LE PROCESSUS DE GESTION DE CONFIGURATION ET LA « MODIFICATION SANS COUT » A LA LUMIERE DES CONCEPTS CLES DE LA THEORIE DE L'ACTEUR-RESEAU

Les éléments recueillis au-cours de la recherche-action ont permis de caractériser l'activité de gestion de configuration pour la production du Système et de montrer le processus d'émergence de la « modification sans coût » dans l'Entreprise (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*). Afin de pouvoir appréhender les tenants et les aboutissants de la situation actuelle, il est pertinent de considérer ces éléments à travers des outils théoriques permettant l'interprétation. Etant donné que le processus de choix du cadre théorique a permis de mettre en évidence l'intérêt et de justifier l'utilisation de la théorie de l'acteur-réseau (voir *Partie 3 – Revue de la littérature et cadre théorique de la recherche*), une discussion sera menée autour du processus de gestion de configuration et de la « modification sans coût » à travers les concepts clés de ce champ théorique.

1.1. L'émergence d'un réseau d'actants dans l'activité de gestion de configuration

En considérant les données issues de la recherche-action, l'interprétation proposée ici est qu'un réseau d'actants (acteurs humains et non-humains) s'est constitué dès la période de développement du Système. A partir d'un processus de gestion des modifications hérité du passé, des actants (dont la « modification sans coût ») se sont ainsi liés jusqu'à former un réseau solide qui n'a pas été remis en cause et ce alors même que le Système est arrivé à un stade de production mûr.

1.1.1. L'origine : un processus de gestion des modifications hérité du passé

Le processus de gestion des évolutions techniques utilisé aujourd'hui trouve son origine dans la phase de développement du Système. En effet, dès cette période la question de la prise en compte des demandes de modifications et de leur mise en œuvre sur le Système se posait (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2007a). De fait, c'est à ce moment là que le processus

de gestion de configuration, ses règles et ses formulaires ont été définis (Client A & Client C, 2000; Responsable Programme 1, 2011a). Or, une fois la phase de développement achevée avec la qualification du Système au cours des années 1990, le début de la phase de production n'a pas entraîné d'évolution majeure de ces processus (Responsable Programme 1, 2011a; 2011b). Les acteurs humains impliqués dans cette activité ont peu changé même si leur rôle a pu évoluer partiellement (voir *Partie 1 – 2.2. L'organisation industrielle autour du Système* et *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système*). De plus, les spécifications de management se rapportant à la gestion de configuration établies au moment du passage à la phase de production sont restées largement similaires à celles prévalant lors du développement (Client A & Client C, 2000). Par conséquent, même si les objectifs liés à cette activité ont évolué entre une phase de développement où les évolutions permettaient l'établissement de la définition du Système et un début de production où une relative stabilité de celle-ci était attendue, le processus de gestion des modifications utilisé lors du début de la production du Système est donc un processus largement hérité de la phase de développement (Client A & Client C, 2000; Responsable Programme 1, 2011a; 2011b).

Ce processus n'a ensuite que très peu évolué jusqu'à l'heure actuelle alors même que le Système est largement entré dans sa phase de production et que le rôle de maître d'œuvre a été transféré du Client C vers l'Entreprise (voir *Partie 1 – 2.2. L'organisation industrielle autour du Système* et *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*). Ainsi, alors que le seul élément nouveau a été la création de la Commission[40] (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise*), cette inertie des processus peut apparaître étonnante en raison notamment de deux éléments majeurs. Premièrement, à cause de la différence de nature des organisations qui se sont succédées comme responsables de ce processus. Le Client C est en effet une organisation publique principalement orientée vers le développement de nouveaux systèmes, alors que l'Entreprise est, elle, une entité privée chargée en particulier de l'industrialisation de la production du Système (voir *Partie 1 – 2.1. Les acteurs impliqués dans la production du Système*). Deuxièmement, il faut noter que le positionnement du Système dans son cycle de vie a largement évolué au cours de cette période. Aujourd'hui, après plus de dix ans de production, le Système est ainsi considéré comme étant dans une phase de maturité avec notamment un nombre de produits intégrés stabilisé (voir *Partie 1 – 2. Le contexte*

[40] La Commission, comité responsable du processus de gestion de configuration et dirigé par l'Entreprise, est une duplication d'un organisme similaire géré par le Client C qui jouait ce rôle précédemment.

organisationnel de la production du Système). Par conséquent, les problématiques à l'œuvre devraient être différentes de celles qui prévalaient au début de la production et se traduire de ce fait par une évolution des processus.

Le processus de gestion de configuration a donc très peu changé entre la phase de développement, le début de la production et la situation actuelle avec un produit en phase de maturité. Cela permet d'affirmer que le processus utilisé aujourd'hui par l'Entreprise pour la production du Système a été hérité de la phase de développement. La théorie de l'acteur-réseau permet de discuter de cette situation à travers les concepts clés de réseau, d'acteurs, d'actants et de boîte noire (voir *Partie 3 – 4.1. Les principaux concepts de la théorie de l'acteur-réseau*).

1.1.2. Les acteurs humains du réseau de gestion de configuration

Le réseau qui s'est développé dans l'activité de gestion des modifications est tout d'abord constitué d'acteurs humains (voir *Partie 3 – 4.1.1. Le concept de réseau*). Dans ce cadre, on peut relever que la documentation de référence de l'Entreprise définit les rôles des multiples acteurs impliqués dans l'activité de gestion de configuration et les liens qui doivent les unir (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système*). Cependant, seuls certains de ces liens se sont effectivement développés. Ainsi, seuls les membres des équipes d'ingénierie ainsi que les différents responsables du Programme ont été (et sont encore aujourd'hui) véritablement impliqués dans les processus de gestion de configuration. Ils y ont tissé des liens étroits, au contraire des acteurs des équipes de contrôle et des ateliers d'intégration qui ne participent pas à l'activité de gestion des modifications et ne font donc pas partie de ce réseau (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système* et *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Cette situation s'inscrit dans la continuité de ce qui se faisait auparavant sur le Système (phases de développement et du début de la production) ou sur ses versions précédentes (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Les acteurs de l'Entreprise soulignent d'ailleurs (et parfois tentent d'expliquer) le rôle clé des ingénieurs et des managers dans le processus de gestion de configuration, ainsi que l'absence des

contrôleurs ou des opérateurs dans cette activité (Chef d'Atelier, 2009; Contrôleur 1, 2009; Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 4, 2010; Ingénieur 1, 2009; Ingénieur 2, 2009a; Responsable de la Gestion de Configuration, 2010; Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008; Responsable Programme 1, 2011a; Responsable Programme 2, 2009a; Responsable Programme 4, 2009; Responsable Qualité, 2009).

1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration

Au-delà de ces acteurs humains, la théorie de l'acteur-réseau permet d'appréhender le rôle d'acteurs non-humains qui disposent eux aussi d'un pouvoir d'agence (Latour, 2005). Ainsi, dans le cas de l'activité de gestion des modifications de l'Entreprise.

1.1.3.1. Les procédures, les formulaires et les outils

On retrouve tout d'abord les procédures de gestion de configuration qui ont été définies au moment de la phase de développement (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise* et *Partie 5 – 1.1.1. L'origine : un processus de gestion des modifications hérité du passé*). Celles-ci décrivent de manière précise les règles associées à la proposition, l'examen, la décision et la mise en œuvre de demandes d'évolutions sur le Système (Client A & Client C, 2000; Entreprise, 2008; 2011). C'est à travers ces procédures que les acteurs humains agissent quotidiennement dans la gestion des modifications. Pour cela, ils utilisent notamment les formulaires liés à la gestion des évolutions techniques : le formulaire de demande de modification qui permet de définir la proposition d'évolution ou encore la fiche de coûts dont le rôle est de recenser les conséquences économiques de l'application du changement proposé (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise* et *Partie 4 – 3.3. L'émergence de la « modification sans coût » au cœur des pratiques de la gestion de configuration*). De même, le système comptable en place doit lui permettre d'appréhender les coûts des évolutions au moment de leur examen et de leur application concrète. Il faut souligner que ces procédures, formulaires et outils de la gestion des modifications ont peu évolué depuis la phase de développement, du moins jusqu'aux propositions faites dans le cadre du plan de transformation (voir *Partie 4 – 4. Le*

plan de transformation développé dans l'Entreprise pour l'activité de gestion de configuration).

1.1.3.2.Les discours-types des acteurs

En plus des procédures et des formulaires de la gestion des modifications, d'autres acteurs non-humains se sont développés et ont intégré ce réseau : les discours-types des acteurs.

Premièrement, un discours-type sur la qualité du Système. L'importance de la notion de qualité dans l'organisation industrielle (voir *Partie 1 – 2.2. L'organisation industrielle autour du Système*), mise notamment en avant par les acteurs majeurs du développement et du début de la phase de production (le Client B et le Client C), s'est traduite par un discours particulier sur la qualité du Système. En effet, l'ensemble des acteurs ayant été interrogés tiennent un discours sur la qualité du Système qui met en avant la prépondérance de cette notion par rapport à l'ensemble des autres éléments (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*). Ce discours souligne précisément la nécessité de la mise en œuvre d'un certain nombre d'évolutions afin de maintenir et de garantir la qualité du produit et ceci quelles que soient les conséquences éventuelles (perturbations pour la production, coûts, …) (Ingénieur 1, 2009; Ingénieur 2, 2009b; Ingénieur 4, 2009a; Responsable de la Gestion de Configuration, 2010; Responsable Programme 1, 2009a; 2011a; 2011b; Responsable Programme 2, 2009a; 2009b; Responsable Programme 3, 2009; Responsable Programme 4, 2009; Responsable Programme 5, 2010; Responsable Qualité, 2009; 2010). C'est même le cas des acteurs de l'équipe contrôle pour qui une erreur significative sur la qualité du produit doit être évitée, et si nécessaire par l'application d'une évolution, car elle pourrait être à l'origine de conséquences économiques et financières majeures (Contrôleur 1, 2009; Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 4, 2010).

Par conséquent, un discours-type sur la qualité du produit, soulignant la prépondérance de cette notion et la nécessité d'appliquer un certain nombre d'évolutions pour la garantir, s'est constitué dès l'origine dans l'activité de gestion de configuration et a ensuite perduré. Il faut souligner ici que la notion de qualité du produit ainsi mise en avant n'a pas le même sens, ni les mêmes implications pratiques, en développement qu'en production. En phase de

développement, l'objectif de qualité peut commander des modifications de conception pratiquement sans limites, avec comme seule contrainte la faisabilité technique et économique. Au contraire, en phase de production, les modifications ont un impact économique plus important, et surtout peuvent induire elles-mêmes des problèmes de qualité. Cependant, dans le cas de la production du Système au sein de l'Entreprise, ce changement de signification de facto du terme de « qualité » ne semble pas avoir été pris en compte, le discours se maintenant d'une phase à l'autre comme si de rien n'était.

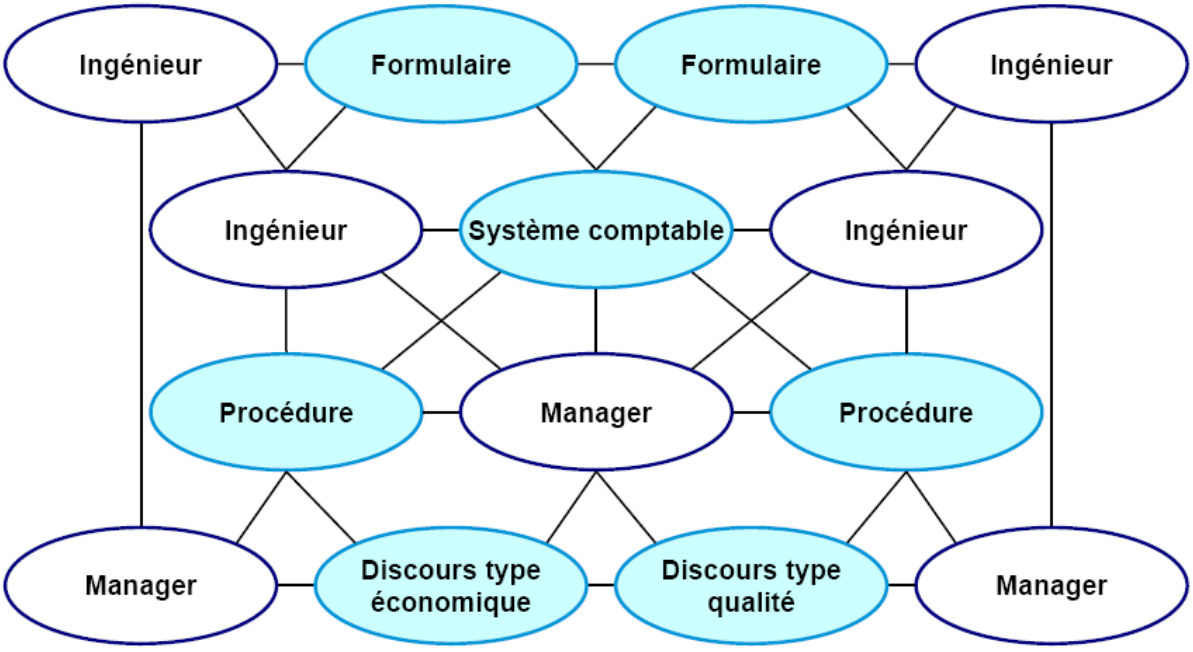
Deuxièmement, un discours économique type s'est également construit dans l'activité de gestion des modifications. Si la notion de qualité du produit est prépondérante dans la gestion de configuration, cela ne signifie pas pour autant une absence d'appréhension des coûts de cette activité. En effet, comme il a été montré précédemment, l'ensemble des acteurs a conscience que la gestion et l'application de modifications entraînent des conséquences en termes économiques (voir *Partie 4 – 3.4.1. La mise en œuvre des modifications : une consommation de ressources organisationnelles*). Cependant, de nombreux acteurs ont mis en avant différents éléments pour justifier la présence majoritaire de « modifications sans coûts » dans l'activité de gestion de configuration (voir *Partie 4 – 3.4.2. Eléments d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »*). A partir de ces éléments, il est possible d'avancer qu'un discours économique type, appréhendant les coûts des évolutions comme des coûts déjà engagés ou *sunk costs*[41], s'est développé dans l'activité de gestion de configuration (voir également *Partie 5 – 2.1. La dimension économique de la « modification sans coût »*). Cette situation s'explique tout d'abord par le fait que ce discours s'est construit dès la phase de développement, une période où les coûts des évolutions dans le cas des systèmes complexes sont considérés comme des coûts préengagés (voir *Partie 3 – 2.3. La nature du coût des modifications pour un PSC et dans la production du Système*). Mais aussi parce que les acteurs porteurs de ce discours sont présents dans le réseau (les ingénieurs, les managers), tandis que ceux tenant un autre discours (les contrôleurs, les opérateurs) en sont absents (voir *Partie 5 – 1.1.2. Les acteurs humains du réseau de gestion de configuration*). Ce discours économique spécifique a ainsi émergé au moment de la phase de développement, s'est intégré au réseau d'actants et a perduré jusqu'à l'heure actuelle.

[41] Les *sunk costs* sont définis comme des coûts engagés dans le passé et qui ne peuvent plus être évités quelle que soit la décision prise (N'Gahane & De Rongé, 1996).

1.1.4. Le réseau d'actants de la gestion des modifications

Pour résumer, dès la période de développement, un réseau d'acteurs humains et non-humains a émergé dans l'activité de gestion de configuration à partir des caractéristiques de l'environnement, des objectifs poursuivis par les acteurs, de leur convergence au moins partielle, des phénomènes d'enrôlement et de traduction, … (voir *Graphique 14*). Ce réseau inclut donc des acteurs humains (ingénieurs, managers) et non-humains (procédures, formulaires, discours-types). Ces derniers sont également des actants, étant donné qu'ils ont progressivement développé une relative autonomie dans le réseau par rapport aux autres acteurs. Si les individus humains impliqués dans le réseau ont bien sûr changé depuis la constitution de ce réseau (remplacements, changements de fonctions, évolutions des rôles des organisations, …), ces acteurs non-humains se sont, eux, maintenus au sein du réseau. La temporalité des acteurs non-humains est à la fois différente de celle des acteurs humains, mais aussi de celle du contexte dans lequel ils s'inscrivent.

GRAPHIQUE 14



Le réseau d'actants de la gestion des modifications

Au-delà de ces éléments, la recherche-action qui a été menée a permis d'identifier et de mettre en évidence l'émergence d'un outil de gestion particulier, la « modification sans coût » (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Dans cette situation, quel rôle cet outil, transformé en boîte noire, joue-t-il dans la gestion de configuration ?

1.2. L'émergence de la boîte noire « modification sans coût » en tant qu'actant du réseau de gestion de configuration

Si l'émergence de la « modification sans coût » est liée au soutien apporté par une majorité de personnes impliquées dans l'activité de gestion de configuration (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*), les observations effectuées montrent qu'elle a développée une certaine autonomie par rapport à ces acteurs (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système* et *Partie 4 – 3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »*). La « modification sans coût » semble donc être devenue une boîte noire opaque et résistante à la volonté de changement des acteurs. Dans cette situation, il est pertinent de se demander par quels processus cette situation a pu émerger.

1.2.1. La boîte noire « modification sans coût », une cristallisation des pratiques de la gestion de configuration

Les éléments apportés au cours de la recherche-action permettent de mettre en lumière les conditions d'émergence de la « modification sans coût » (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Ainsi, l'outil de gestion « modification sans coût » résulte de la combinaison d'une multiplicité de pratiques :

- la composition des commissions, avec une prédominance des acteurs porteurs de la dimension technique et l'absence des acteurs économiques ou de la production, révèle une certaine répartition des pouvoirs entre les acteurs, notamment dans le processus de prise de décision en Commission ;
- l'utilisation des formulaires de demandes de modifications par leurs auteurs où les

informations recensées sont principalement focalisées sur la partie technique de la demande d'évolution (justification, description technique du problème et de la solution proposée, évaluation des impacts sur les autres composants du Système, conséquences sur la documentation, choix du rang d'application, risques éventuels, …) et où la dimension économique est peu présente ;

- les discussions principalement focalisées sur les questions techniques et le maintien de la qualité du Système (au contraire de la dimension économique qui apparaît comme peu audible et qui est reléguée à l'arrière-plan des discussions), ce qui entraîne en particulier des délibérations et une prise de décision essentiellement fondées sur les aspects techniques de la demande d'évolution ;
- un système comptable non conçu pour tracer les coûts des modifications et entraînant par la même des difficultés pour les acteurs pour leur évaluation.

L'outil de gestion « modification sans coût » est donc une cristallisation de pratiques de la gestion de configuration issues principalement de logiques d'actions héritées du passé. Ce processus a été, pour de multiples raisons (changements de personnes, évolutions organisationnelles, absence d'intérêt, …), largement oublié au cours du temps et la « modification sans coût » est donc devenue une boîte noire et un actant à part entière du réseau qui a progressivement développé une relative autonomie (Latour, 1995).

1.2.2. La « modification sans coût », un actant dans le réseau de gestion des évolutions techniques

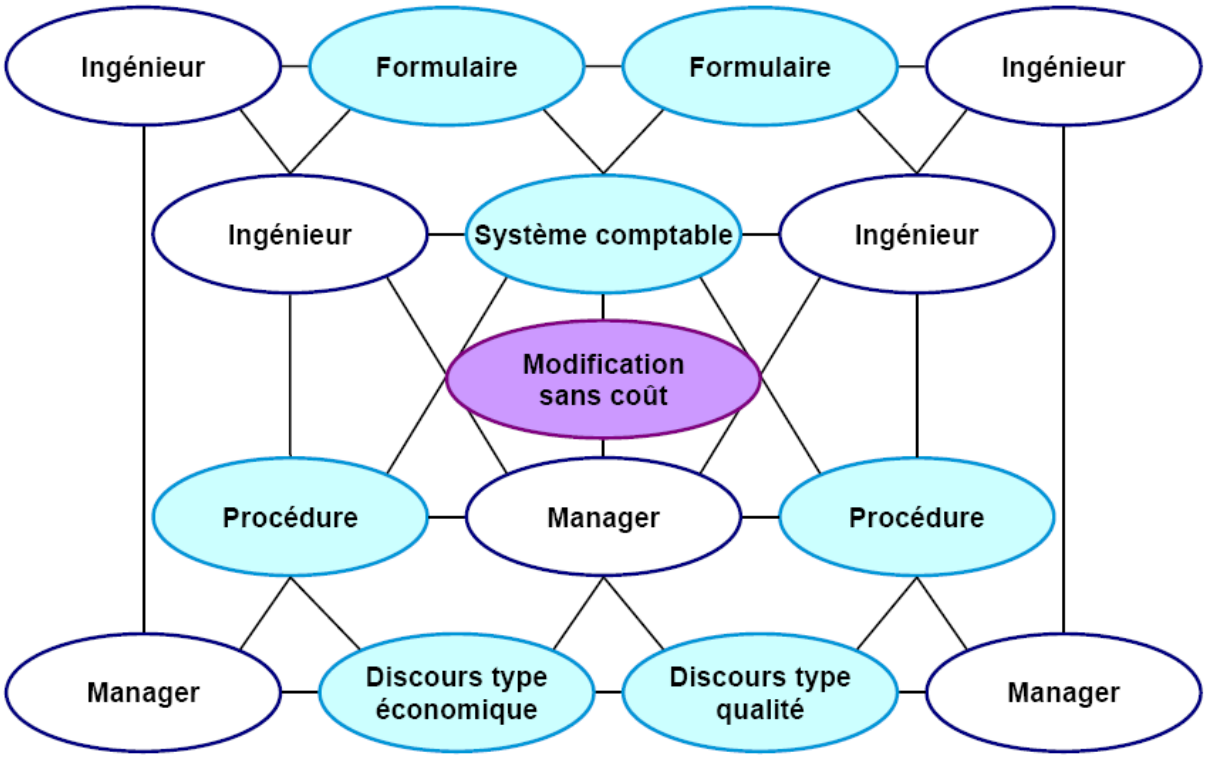
L'émergence de la boîte noire « modification sans coût » dans le réseau l'a en effet conduit à devenir un actant du réseau selon trois axes : l'établissement de relations avec les acteurs humains du réseau d'une part, avec ses acteurs non-humains d'autre part, ainsi que sa capacité à développer une relative autonomie.

Tout d'abord, la « modification sans coût » est devenue un actant qui s'est intégré dans le réseau en développant des relations plus ou moins fortes avec les acteurs humains de la gestion des modifications. En effet, la multiplicité des significations selon les acteurs considérés lui a permis de traduire des intérêts différents (voir *Partie 4 – 3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »*). Chacun des acteurs a pu ainsi lui attribuer une

signification particulière selon ses propres objectifs dans l'activité de gestion des modifications. Les multiples réponses individuelles adoptées ont ainsi permis l'établissement de liens étroits entre ces acteurs humains et la « modification sans coût » au sein du réseau. De plus, la « modification sans coût » a établi des liens solides avec les acteurs non-humains du réseau en cristallisant les pratiques dans lesquelles ces actants jouent un rôle clé (composition des commissions, utilisation des formulaires, éléments des discussions, … – voir point précédent).

Enfin, au cours de son processus d'émergence, la « modification sans coût » a progressivement développé une relative autonomie par rapport à ces actants. En effet, la « modification sans coût » n'est pas un outil transparent de contrôle de certains acteurs sur d'autres et aucun ne le maîtrise vraiment (voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications* et *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). La « modification sans coût » a acquis une capacité d'inertie qui fait qu'elle n'a pas été remise en cause depuis plusieurs années (voir *Partie 4 – 3.4. Les acteurs de l'Entreprise et la « modification sans coût »*). Même l'apparition d'un nouveau contexte dans et autour de l'organisation n'a pas changé la situation (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*). De ce fait, la « modification sans coût » est devenue un actant relativement autonome au milieu des autres actants du réseau de gestion de configuration (voir *Graphique 15*).

GRAPHIQUE 15



L'actant « modification sans coût » au sein du réseau

La « modification sans coût » cristallise donc un certain nombre de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé. A l'inverse, elle joue simultanément un rôle clé au sein du réseau de gestion de configuration en favorisant certaines pratiques au détriment d'autres. La « modification sans coût » et les pratiques de cette activité se co-construisent ainsi dans le même temps et on peut parler ici de récursivité.

1.2.3. Les effets de la « modification sans coût » en termes de pratiques dans le réseau

En effet, il est intéressant d'analyser les effets et les types de pratiques qu'entraîne cet actant, c'est-à-dire ce qu'il fait faire (Robson, 1992; Latour, 1995; Justesen & Mouritsen, 2011). La « modification sans coût » va de fait permettre et favoriser un certain type d'action, hérité de logiques issues du passé, dans les processus de gestion de configuration tout en en empêchant d'autres. C'est en particulier le cas pour les décisions qui sont prises en Commission (voir *Partie 4 – 1. Le rôle et les décisions de la Commission*).

L’occurrence de « modifications sans coûts » parmi les demandes d’évolutions proposées influence de fait la prise de décision lors des sessions de la Commission. En effet, la dimension économique pouvant contraindre les délibérations et les décisions n’est pas développée, puisque les coûts des modifications ne sont pas identifiés dans les formulaires car considérés comme préengagés et non-significatifs. Cela rend la prise de décision par les acteurs en Commission non contrainte par cette dimension et constitue l’un des éléments qui entraîne un faible taux de refus des demandes, ainsi que le fait que la possibilité même de refus soit rarement considérée pendant les sessions de la Commission (voir *Partie 4 – 1.2. Les décisions prises par la Commission*). La « modification sans coût » est ici, en tant qu’information (ou plutôt non-information) de coût, un outil d’intéressement du processus de prise de décision (Chua, 1995) qui entretient les pratiques aboutissant à l’exercice d’un faible filtrage des propositions de modifications. Cela empêche donc une plus forte régulation du flux entrant et des demandes non-nécessaires.

On peut cependant avancer ici que la « modification sans coût » implique une régulation tacite des modifications. Dans cette perspective, le nombre d’évolutions techniques est maîtrisé par l’intangibilité de la structure des compétences. S’il y a trop de demandes, toutes ne seront pas mises en œuvre puisqu’elles s’accumuleront dans le portefeuille global (cette situation a néanmoins comme conséquence négative un nombre accru de modifications ouvertes et une extension des délais d’instruction – voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l’activité de gestion des modifications*). Et, dans le cas où il y aurait trop peu de demandes, il y a automatiquement une régulation à la hausse de manière à préserver les compétences d’ingénierie de l’organisation (voir *Partie 4 – 3.4.2.2. Un moyen d’entretenir les compétences d’ingénierie*).

Cette thèse d’une régulation « spontanée » ne se vérifie pas dans les faits, car les problèmes de gestion induits par le niveau important des évolutions ont entraîné la mise en place des ressources supplémentaires telle que l’équipe dédiée « *Modifications Killing* » (voir *Partie 1 – 3.4.3. Les responsables du Programme*). La croissance démesurée du stock de modifications a donc exigé une action volontariste. Cependant, le taux très élevé de fiabilité du Système (plus de 99 %) semble démontrer qu'au moins les risques techniques potentiels que peut engendrer un faible contrôle du flux d’entrée des évolutions sont maîtrisés dans le cadre de cette régulation tacite.

Si l'actant « modification sans coût » a donc émergé en cristallisant un certain nombre de logiques d'actions, il influence donc également les pratiques à l'œuvre dans le réseau de gestion de configuration. Afin de pouvoir appréhender son rôle dans la persistance de ces pratiques héritées du passé, alors même que le contexte a fortement évolué (voir *Partie 5 – 3. Les outils de gestion, actants contribuant au maintien de pratiques héritées du passé*), les multiples dimensions que traduit la boîte noire « modification sans coût » doivent être examinées.

2. LA « MODIFICATION SANS COUT », UNE BOITE NOIRE INTEGRANT DE MULTIPLES DIMENSIONS

Afin de pouvoir appréhender la boîte noire « modification sans coût », une caractérisation des différents niveaux de lecture qu'elle intègre outil sera développée de manière à comprendre pourquoi et comment les acteurs se sont jusqu'à récemment fédérés autour de cet actant. Pour les appréhender, le processus de traduction, défini dans la théorie de l'acteur-réseau (voir *Partie 4 – 4.1.3. Le concept de traduction*), permettra de déterminer les différentes dimensions d'un actant, à savoir ici les dimensions de l'économie, du produit, de la qualité, de la définition des métiers, stratégique, politique et institutionnelle, commerciale.

2.1. La dimension économique de la « modification sans coût »

La « modification sans coût » traduit tout d'abord l'application d'un modèle de coûts marginaliste dans l'activité de gestion de configuration.

Ainsi, compte-tenu de la survenance de perturbations en général et d'évolutions en particulier dans ce type de production complexe, l'organisation a choisi de mettre en place une équipe pérenne pour traiter ces événements plutôt que d'investir un certain niveau de ressources au cas par cas (Responsable Programme 1, 2011a; 2011b). Dans cette perspective, les acteurs considèrent que les coûts des modifications sont préengagés dans les prévisions et ne constituent donc pas des coûts supplémentaires au moment de la prise de décision en Commission, d'où la fréquence des « modifications sans coûts » (Ingénieur 2, 2009a; Responsable Programme 1, 2009b; 2010; 2011a; 2011b) (voir *Partie 4 – 3.4.2. Eléments d'explication de la présence majoritaire de « modifications sans coûts »*). La « modification sans coût » traduit donc l'utilisation d'un modèle économique marginaliste où la plupart des coûts sont considérés comme déjà engagés et s'assimilent à des *sunk costs* (voir également *Partie 5 – 1.1.3.2. Les discours-types des acteurs*). S'il peut subsister des coûts qui n'auraient pas été prévus initialement, ces coûts marginaux sont eux considérés comme non-significatifs dans une production complexe de ce type (« coût administratif de la modification » ou faibles travaux supplémentaires) (voir *Partie 4 – 3.4.2.4. Un coût des évolutions considéré comme non-significatif*). Ce modèle permet ainsi d'expliquer l'absence de leur prise en compte lors

de la prise de décision en Commission, puisque celle-ci n'aura pas d'influence sur l'état de l'organisation et le volume des ressources engagées.

Cette approche ne signifie donc pas que la mise en œuvre d'évolutions n'entraîne pas l'utilisation d'un certain niveau de ressources (et donc de coûts), mais que celle-ci est déjà préengagée par l'organisation (le dimensionnement des équipes d'ingénierie, les provisions pour anticiper des obsolescences, …). On retrouve ici l'idée, mise en évidence par différentes analyses, qu'une partie significative des coûts est engendrée en amont des opérations (Gautier & Giard, 2000). Dans le cas du Système, cela renvoie directement à la prise de décision en Commission qui est de ce fait limitée par des éléments définis précédemment. Ainsi, le fait de filtrer les demandes ou de gérer les coûts pour chaque modification n'apparaît donc pas par conséquent comme une priorité. On peut avancer également que les acteurs se focalisent sur un horizon de temps court, étant donné que seul est pris en compte un éventuel coût marginal considéré de plus comme non significatif (voir *Partie 4 – 3.4.2.3. Un coût des évolutions considéré comme normal* et *Partie 4 – 3.4.2.4. Un coût des évolutions considéré comme non-significatif*).

La « modification sans coût » traduit ainsi un modèle de coût marginaliste qui s'est traduit dans le discours économique type du réseau (voir *Partie 5 – 1.1.3.2. Les discours-types des acteurs*). Mais, la « modification sans coût » est un outil complexe qui ne renvoie pas simplement à une lecture spécifique des coûts. Au-delà du modèle économique marginaliste, la « modification sans coût » renvoie à un certain nombre d'autres dimensions de l'organisation et tout d'abord à une vision particulière du produit.

2.2. La dimension produit de la « modification sans coût »

La « modification sans coût » intègre ainsi une certaine vision du produit. Malgré une cadence de production qui s'accélère, le produit semble rester en développement permanent et demeurer un produit quasi-prototype (voir *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC* et *Partie 3 – 1.3. Le Système et les Produits ou Systèmes Complexes*). La « modification sans coût » est ainsi révélatrice d'un produit qui est intrinsèquement évolutif.

On peut en effet difficilement parler ici de référentiel concernant la configuration du Système. Compte-tenu de ses caractéristiques, de son cycle de production et de son mode d'organisation, l'occurrence des évolutions est considérée comme inhérente à ce type de produit complexe (Diprima, 1982; Reidelbach, 1991; Hobday, 1998; 2000; Hobday et al., 2000; Kash & Rycoft, 2000; Nightingale, 2000; Wang & Von Tunzelmann, 2000; Belleval, 2002; 2005a; 2005b) et les changements proposés sont la plupart du temps considérés comme justifiés et utiles à l'Entreprise (Ingénieur 1, 2009; Ingénieur 2, 2009a; 2009b; Ingénieur 4, 2009b; Responsable de la Gestion de Configuration, 2009; Responsable Programme 1, 2009b; 2010; 2011a; 2011b; Responsable Programme 3, 2010). Tout n'étant donc pas figé sur le produit et le standard n'étant jamais complet, le Système dispose ainsi d'une incomplétude normale (Mouritsen, 1999). Par conséquent, même si le produit est entré depuis une dizaine d'années dans sa phase de production, un niveau élevé d'évolutions est toujours attendu dans un futur proche (Entreprise, 2010a; 2010b). De ce point de vue, il y a un processus d'amélioration permanente dans la production du Système (Ingénieur 1, 2009; Ingénieur 4, 2009b; Responsable Programme 2, 2009b) et l'état normal de la définition est le changement.

Il n'y a donc pas de frontière nette entre les phases de développement et de production (voir également *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC*) et cette situation se traduit notamment par la subsistance de problématiques de développement bien après le début de la production dans l'activité de gestion de configuration. Dans cette situation, la production du Système peut être considérée comme évolutive, ce qui explique une partie du flux continu de modifications (Contrôleur 1, 2008; Responsable de la Gestion de Configuration, 2009) et l'activité de gestion des modifications comme normale étant donné que les coûts associés sont de ce fait déjà inclus dans les prévisions de coûts (voir également paragraphe précédent).

La « modification sans coût » intègre ainsi une certaine vision du produit qu'est le Système.

2.3. La dimension qualité de la « modification sans coût »

Alors que le Système est en constante évolution (voir *Partie 3 – 1.2.3. L'exemple de l'émergence de propriétés nouvelles en phase de production des PSC* et point précédent), le

maintien de sa qualité est une question clé pour les acteurs impliqués dans l'activité de gestion de configuration (voir *Partie 1 – 3. Le sujet de la recherche : les modifications et leur gestion dans la production du Système*), notamment en raison des implications très importantes que pourrait entraîner une mauvaise qualité que ce soit au niveau humain, industriel ou économique (Weick, 1987; Weick & Roberts, 1993; Vaughan, 1996; Perrow, 1999a; 1999b; Weick et al., 1999).

Ainsi, bien que la documentation interne à l'Entreprise souligne les multiples objectifs assignés au processus de gestion de configuration (Entreprise, 2007a; 2007b; 2008; 2011), les observations effectuées en Commission ont montré que c'est le maintien de la maîtrise de la qualité du produit qui est l'axe clé du comportement des acteurs dans cette activité (voir *Partie 4 - La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*). Cela s'est d'ailleurs traduit par un discours spécifique sur la qualité du Système dans l'organisation (voir *Partie 5 – 1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration*). Dans cette perspective, la justification du changement et la solution technique développée sont au cœur des discussions au contraire des problématiques liées notamment à la mise en œuvre du changement ou à ses implications économiques. La question des coûts apparaît par conséquent à l'arrière plan du processus et il n'y a d'ailleurs que très rarement un arbitrage entre d'un côté les apports ou risques qualité et de l'autre les problématiques économiques (voir *Partie 4 – 2. La question du filtrage des propositions d'évolutions et la mise en évidence des « modifications strictement nécessaires »*).

Dans ce contexte, la « modification sans coût » traduit une vision où la qualité du Système est prépondérante, ce qui influence la manière dont sont appréhendés les coûts des évolutions.

2.4. La dimension « définition des métiers » de la « modification sans coût »

La « modification sans coût » traduit également une appréhension spécifique de la définition des métiers et par conséquent de l'allocation des ressources mobilisées dans l'activité de gestion de configuration.

Les responsables du Programme de l'Entreprise, et auparavant ceux du Client C, ont ainsi décidé de mettre en place une équipe d'ingénierie dans le but de traiter quotidiennement les dossiers de modifications considérés comme inhérents à la production du Système (Responsable Programme 1, 2011a; 2011b). Dans ce cadre, les ressources d'ingénierie utilisées pour cette activité ont été pour beaucoup considérées comme intangibles et cela a eu pour conséquence l'affirmation que les ingénieurs étaient payés pour faire des modifications (Ingénieur 2, 2009a; Ingénieur 3, 2009; Responsable Programme 1, 2009b; 2011a; 2011b). La gestion des évolutions est donc considérée ici comme une mission normale, voire prioritaire, des ingénieurs et fait partie de la définition de base de leur métier (voir *Partie 4 – 3.4.2.3. Un coût des évolutions considéré comme normal*). Cette situation est également favorisée par le fait que le périmètre précis de la définition du métier des ingénieurs n'est pas clairement défini dans l'organisation (Contrôleur 3, 2009; Responsable Programme 2, 2009b; Responsable Programme 3, 2009).

La « modification sans coût » traduit donc une définition du métier des ingénieurs où les activités de gestion des modifications sont considérées comme déjà intégrées dans le plan de charge de cette équipe. Au-delà de cette définition des métiers dans l'activité de gestion de configuration, la « modification sans coût » intègre également une dimension stratégique au niveau de l'organisation.

2.5. La dimension stratégique de la « modification sans coût »

Bien que la « modification sans coût » ne soit pas un outil d'application d'une stratégie organisationnelle particulière en tant qu'actant relativement autonome (voir *Partie 3 – 4.1.2. Le concept d'actant* et *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*), elle traduit cependant une dimension stratégique spécifique présente dans l'organisation.

Aujourd'hui, l'Entreprise est dans une situation où aucun programme de développement significatif n'est en cours et où les perspectives futures restent incertaines (voir *Partie 4 – 3.4.2.2. Un moyen d'entretenir les compétences d'ingénierie*). Dans ce contexte, la question du maintien de certaines compétences dans l'Entreprise, notamment d'ingénierie, se pose (Responsable Programme 2, 2009a). Cette ressource peut en effet être considérée comme

stratégique pour l'Entreprise dans l'optique des projets de développement à venir. Ainsi, certains acteurs ont avancé l'idée que l'implication des ingénieurs dans la gestion des changements de la production est l'un des moyens disponibles pour maintenir ce type de compétences (en termes de connaissances techniques, de capacité à trouver des solutions ou encore de développement de nouvelles idées) dans l'Entreprise (voir *Partie 4 – 3.4.2.2. Un moyen d'entretenir les compétences d'ingénierie*). De ce fait, la préservation de ces compétences répond à un besoin stratégique à la fois pour la mise en œuvre de la production actuelle et dans la perspective de futurs programmes de développement. Si les équipes d'ingénierie ne sont pas constituées pour leur seule sauvegarde puisqu'elles répondent à un besoin pour la production (la gestion de configuration), elles sont en parallèle utilisées pour maintenir une ressource stratégique dans l'Entreprise (Responsable Programme 2, 2009a; Responsable Programme 1, 2011b).

La « modification sans coût » traduit donc une dimension stratégique dans l'organisation qui rend plus complexe la question de la nature des coûts engendrés.

2.6. La dimension politique et institutionnelle de la « modification sans coût »

Compte-tenu du secteur d'activité (le spatial), la « modification sans coût » intègre également une dimension politique et institutionnelle spécifique où la prépondérance est accordée à la perspective technologique, au détriment notamment des questions économiques.

Le domaine spatial est en effet l'un des secteurs de frontière technologique où tout grand pays se doit de figurer, en raison des enjeux stratégiques et militaires (indépendance nationale, industrielle et technologique), mais aussi du sentiment de prestige et de fierté nationale qu'il engendre (Talbot, 2001; 2007). Les Etats se retrouvent ainsi au cœur des organisations industrielles du spatial et y jouent un rôle clé (voir *Partie 1 – 1.2.2. Le rôle historique des Etats dans le secteur spatial*). Cette situation se traduit par un type de coordination particulier, à savoir la « logique d'arsenal ». Dans cette logique, l'aspect technologique est prédominant. Un produit efficient est donc un produit performant techniquement et susceptible de favoriser le développement de savoirs avancés, ceci quel que soit son coût (Talbot, 2001; 2007; Frigant et al., 2006; Kechidi & Talbot, 2006). Au contraire, les nécessités économiques sont reléguées

à l'arrière-plan (Talbot, 2007). Le coût n'étant pas un critère primordial, les dérives budgétaires sont par conséquent autorisées (Talbot, 2001; Belleval, 2005a) et c'est le plus souvent l'Etat qui finance ces surcoûts (Frigant et al., 2006; Kechidi & Talbot, 2006). Il y donc dans la logique d'arsenal une relative absence de pression économique en vue d'assurer une bonne rentabilité à l'investissement (Talbot, 2001; 2007). Dans le cas du Système, et malgré le développement d'un contexte économique de plus en plus contraignant autour de l'Entreprise (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*), la prépondérance technologique s'est maintenue (voir *Partie 5 – 2.3. La dimension qualité de la « modification sans coût »*).

La « modification sans coût » traduit donc un impératif politique et institutionnel se matérialisant par le maintien d'une logique d'arsenal dans l'activité de gestion de configuration.

2.7. La dimension commerciale de la « modification sans coût »

Alors qu'elle se situe dans une activité de production du secteur spatial, la « modification sans coût » est révélatrice d'une dimension commerciale particulière.

Ainsi, la logique commerciale prévalant dans le domaine spatial est le plus souvent éloignée de celle existant au sein d'un environnement compétitif en raison des caractéristiques historiques de ce secteur (voir *Partie 1 – 1.2.1. Logique de marché et logique de développement technologique du secteur spatial : un environnement spécifique*). L'absence relative de pression économique en vue d'assurer une bonne rentabilité à l'investissement s'est retrouvée dans la production du Système (voir *Partie 1 – 1. Présentation de l'environnement industriel* et *Partie 3 – 1. Le domaine industriel du terrain de recherche : les Produits ou Systèmes Complexes*). Celui-ci s'est de ce fait situé pendant longtemps dans un environnement organisationnel où la pression économique n'était pas forte (voir *Partie 1 – 2.2.1. L'organisation industrielle historique autour de la production du Système*) et où il existait un monopole bilatéral entre l'Entreprise et ses clients (voir *Partie 1 – 2.2.2. L'organisation industrielle actuelle de la production du Système*). Cette absence de pression concurrentielle n'a par conséquent pas favorisé le développement de contraintes significatives

sur les coûts de production. Dans cette situation, la « modification sans coût » traduit une logique commerciale où, en l'absence relative de pression économique sur les coûts de production, la mise en œuvre d'une évolution peut être à la charge de l'Entreprise sans qu'il n'y ait de retour sur investissement nécessaire pour l'organisation. Les clients ayant acheté, non pas un produit particulier mais l'utilisation qui peut en être faite (Belleval, 2008), les changements dans la définition des caractéristiques du Système ne peuvent être à leur charge. Au contraire, l'Entreprise ayant la responsabilité de mener à bien un processus aboutissant à la livraison d'un Système permettant son utilisation sûre par les clients, c'est cet acteur qui doit gérer et financer les éventuels changements mis en œuvre[42] (Responsable Programme 1, 2009b).

La « modification sans coût » renvoie donc à une certaine vision des relations commerciales entre l'Entreprise et ses clients dans l'activité de gestion de configuration, ce qui rend d'autant plus complexe la mise en évidence des conséquences économiques des évolutions.

La « modification sans coût » n'intègre donc pas seulement un modèle de coût spécifique, mais est un outil complexe, qui traduit de multiples niveaux de lecture que ce soit sur le plan du produit, de la qualité, de la définition des métiers, de la stratégie, de l'environnement politico-institutionnel et commercial, ces différentes dimensions se combinant et se consolidant mutuellement. Cette nature complexe de la « modification sans coût » doit de ce fait être considérée pour appréhender le rôle de cet actant dans le réseau de gestion de configuration et en particulier au regard des pratiques qui y sont à l'œuvre. Ainsi, on peut avancer que jusqu'à récemment la « modification sans coût » a été fédératrice sur l'ensemble de ces dimensions. Le soutien des autres actants du réseau a permis à la « modification sans coût » de se renforcer (en développant notamment une relative autonomie) et de ne pas être remise en cause pendant longtemps. Cependant, l'émergence d'un nouveau contexte économique de a modifié cet équilibre. En effet, un certain nombre d'acteurs mettent

[42] Dans le cas particulier où ce sont les clients qui sont à l'origine d'une demande d'évolution, leur participation au financement peut être demandée à travers une proposition commerciale. Cependant, cette situation peut également traduire la volonté de développer la satisfaction client ou encore de renforcer le rôle de maître d'œuvre au sein de l'organisation industrielle globale (Responsable Programme 1, 2009c; Responsable Qualité, 2009).

aujourd’hui en avant le décalage entre ce nouveau contexte et des pratiques issues de logiques d’actions du passé.

3. LES OUTILS DE GESTION, ACTANTS CONTRIBUANT AU MAINTIEN DE PRATIQUES HERITEES DU PASSE

La « modification sans coût » est une boîte noire intégrant de multiples dimensions autour desquelles se sont fédérés les actants du réseau. Cependant, depuis quelques années, le contexte a largement évolué et a progressivement remis en cause ce consensus (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel* et *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*). Les pratiques de gestion de configuration ont, elles, peu changé et un décalage temporel s'est progressivement constitué dans l'organisation entre d'une part ces pratiques et, d'autre part, les contraintes issues de ce nouveau contexte. Face à ce décalage, il est utile d'analyser le rôle clé des outils de gestion, et en particulier de la « modification sans coût », dans la persistance de pratiques héritées de la phase de développement et du début de la production.

3.1. L'émergence d'un décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes issues d'un nouveau contexte

3.1.1. Une évolution significative du contexte ne remettant pas en cause les pratiques dans le réseau

Trois éléments majeurs peuvent être particulièrement mis en évidence pour illustrer l'évolution du contexte.

Premièrement, dès le milieu des années 1990, la phase de développement du Système s'est achevée et la mise en production a débuté. Si l'objet de la gestion des modifications a largement changé avec cette nouvelle phase (voir *Partie 1 – 3. Le sujet de la recherche : les modifications et leur gestion dans la production du Système*), les processus liés à cette activité ont eux peu évolué (voir *Partie 5 – 1.1.1. L'origine : un processus de gestion des modifications hérité du passé*). Deuxièmement, le rôle des acteurs dans l'organisation générale de la gestion de configuration a lui aussi été profondément modifié. C'est particulièrement le cas concernant l'entité responsable de cette activité, puisqu'après avoir été

sous la maîtrise d'œuvre du Client C en phase de développement et au début de la production, celle-ci a ensuite été transférée à l'Entreprise en 2000 (voir *Partie 1 – 2. Présentation du terrain de recherche*). Troisièmement, l'environnement économique général a lui aussi fortement évolué. Les contraintes économiques de plus en plus fortes auxquelles est soumise l'Entreprise de la part de ses actionnaires (publics et privés) ainsi que du marché (concurrence accrue), conjuguée à des objectifs financiers propres à l'Entreprise, ont entraîné des pressions beaucoup plus importantes sur la maîtrise des coûts, ce qui s'est répercuté sur l'activité de gestion des modifications (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel*).

3.1.2. L'identification d'un décalage temporel entre les pratiques et le nouveau contexte

Des pratiques significatives de l'activité de gestion de configuration se sont pourtant maintenues (par exemple un contrôle des coûts peu développé) ou même amplifiées dans l'organisation (par exemple un nombre de demandes autorisées qui s'est accru avec un filtrage toujours très réduit dans le processus).

Concrètement, la composition des commissions, les éléments fournis dans les formulaires, la teneur des discussions dans ces réunions ou encore la manière dont les coûts sont considérés, appréhendés et tracés, n'ont pas évolué malgré un contexte nouveau (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel* et *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*). Un décalage temporel s'est ainsi progressivement constitué, celui-ci se vérifiant notamment par les multiples tentatives dans l'Entreprise pour faire évoluer ces pratiques (et les adapter au nouveau contexte) au cours des dernières années : demandes de maîtrise du flux entrant, mise en place de groupes de travail chargés de clôturer des évolutions autorisées mais non encore appliquées, volonté d'assurer une meilleure traçabilité et un plus grand contrôle des coûts … (voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications*, *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »* et *Partie 5 – 1.2.3. Les effets de la « modification sans coût » en termes de pratiques dans le réseau*). Si ces tentatives ont eu un impact limité, elles montrent

qu'au moins une partie des acteurs de l'Entreprise a pris conscience du décalage et a voulu faire évoluer les logiques d'actions.

3.2. Le rôle des outils dans la perpétuation de pratiques issues de logiques d'actions héritées du passé

L'idée avancée ici est que *le maintien d'un certain nombre d'outils (ou actants) au sein d'une activité (ou réseau) explique la persistance de pratiques, alors même que ces dernières peuvent s'avérer en contradiction avec un nouveau contexte*. Ainsi, alors que les effets attendus par le passé ont évolué, les contraintes liées aux outils mis en place précédemment se sont, elles, maintenues. Dans cette situation, les outils continuent par conséquent de produire les mêmes effets bien que l'environnement ait changé.

3.2.1. Le rôle des outils physiques dans le maintien de pratiques héritées du passé

Différentes études ont tout d'abord mis en évidence le rôle que pouvaient avoir des outils physiques dans le maintien de logiques d'actions issues du passé. Parmi ces travaux, deux références sont particulièrement révélatrices.

La première est une étude de Winner (1986) sur le rôle politique que peuvent détenir les artefacts. L'auteur y démontre que les ponts de Long Island à New-York ont été délibérément construits avec une hauteur relativement peu élevée pour aboutir à un effet social particulier. L'urbaniste Moses souhaitait en effet réserver l'usage de ces routes aux classes moyennes et supérieures blanches propriétaires de voitures, au détriment des personnes pauvres et noires qui utilisaient normalement les transports publics. Dans cette perspective, la limitation de la hauteur des ponts permettait d'empêcher aux bus de les utiliser et limitait ainsi l'accès des personnes à revenus faibles et/ou des minorités raciales à Jones Beach, le parc public le plus apprécié de Moses. Winner montre donc ici que ce ne sont pas les caractéristiques techniques de l'outil qui sont clés, mais le système économique et social qui l'entoure au moment de sa mise en œuvre. En définissant des routes et des ponts destinés à favoriser l'utilisation de l'automobile au détriment du développement du transport de masse, Moses caractérise donc la

ville sur le long terme. Alors que les logiques d'actions prévalant au départ ont (partiellement) disparu (les personnes à faibles revenus et les minorités raciales ayant par exemple accès aux voitures), les contraintes liées à la hauteur des ponts continuent d'empêcher le passage des bus. L'effet social n'est donc plus le même, mais l'outil continue de produire des conséquences associées à une logique d'action antérieure.

Le second exemple, cité notamment dans un article de Robert Scapens (2006), explique comment l'architecture des propulseurs de la navette spatiale américaine (« *Solid Rocket Boosters* ») a été influencée par la taille de la croupe des chevaux de la Rome impériale. Les ingénieurs de la navette spatiale, qui souhaitaient initialement développer des boosters plus larges, ont dû considérer le fait que ceux-ci seraient transportés de l'usine au centre de lancement par des voies ferrées passant notamment sous des tunnels. Or, les dimensions de ces derniers sont en rapport avec la largeur des voies ferrées dont les caractéristiques sont un héritage historique de Rome. En effet, c'est la taille de la croupe des chevaux qui a été, à cette époque, la référence pour la construction des chariots de guerre, ce qui a influencé la largeur des routes que les Romains ont construites partout en Europe. L'espacement des ornières, et donc des roues de chariots, est ainsi devenu standard au cours du Moyen-Âge. Cette situation s'est ensuite étendue à la jauge standard des chemins de fer au moment de la Révolution Industrielle et a traversé l'Atlantique avec l'expatriation des Européens vers le Nouveau Monde. Aujourd'hui, l'architecture des propulseurs de la navette spatiale reste encore liée à ces logiques d'actions héritées du passé, qui se sont traduites dans des outils physiques avec la largeur des voies ferrées et, par la suite, celle des tunnels.

Dans les deux cas précités, on peut ainsi s'apercevoir que des outils physiques (la hauteur des ponts ou la largeur des voies ferrées), définis initialement dans un contexte particulier et répondant à des logiques d'actions spécifiques, continuent de produire des effets pratiques (délibérés ou non) alors même que ce contexte et ces logiques ne sont plus d'actualité.

3.2.2. Le rôle des outils de gestion dans le maintien de pratiques héritées du passé

Au-delà des outils physiques, d'autres travaux ont mis en avant le rôle similaire que pouvaient tenir les outils de gestion.

C'est tout d'abord le cas de l'étude de Dechow et Mouritsen (2005) sur le contrôle à travers un système d' « *Enterprise Resource Planning* » (ERP). Dans celle-ci, le système d'ERP est appréhendé comme un actant à part entière incluant notamment des résidus de logiques d'actions du passé. En effet, certains des choix de configuration de l'ERP effectués à l'origine (configuration basique, avancée ou multiple) influent de manière significative l'utilisation ultérieure qui en sera faite ultérieurement. Par exemple, le choix de la configuration basique donne une primauté aux informations non-financières et à une représentation de la firme fondée sur la logistique, au détriment des informations financières et d'une représentation fondée sur la comptabilité. Etant donné que l'ERP a vocation à se maintenir dans le temps, les corrections étant laborieuses et représentant une charge de travail importante, ces choix initiaux de configuration priorisent certains types de contrôle et en empêchent d'autres sur le long-terme. Un outil de gestion comme cet ERP intègre donc des résidus de logiques d'actions du passé qui se sont concrétisés dans les choix de configuration initiaux. L'ERP continue donc de produire certains effets issus de logiques passées. Il empêche de ce fait l'émergence de changements significatifs dans les pratiques à l'œuvre, notamment pour s'adapter à de nouvelles contraintes organisationnelles.

On retrouve cette situation dans les travaux de Briers et Chua (2001) sur la mise en œuvre d'une comptabilité par activités. Cette étude donne notamment l'opportunité d'analyser le rôle du système de coûts standards qui était utilisé initialement dans l'organisation. Conçu et mis en place dans les années 1960, le « *Plant Integrated Standard Cost System* » (PISCS) permettait à l'époque de répondre aux préoccupations majeures des managers. Cependant, alors que dans les années 1980 un nouveau contexte et de nouvelles logiques d'actions ont progressivement remis en cause l'adéquation de ce système, celui-ci a continué d'influencer les pratiques à l'œuvre jusqu'à sa suppression et même après. Les auteurs expliquent cette situation par la relative autonomie développée par le PISCS en tant qu'actant, celle-ci ayant permis le maintien des logiques d'actions héritées du passé. Dans cette situation, les premiers systèmes de remplacement au PISCS ont été fondés sur les informations fournies par ce dernier. De plus, même si le PISCS était de plus en plus négligé par les acteurs, la mise en œuvre d'un système de comptabilité par activités a nécessité de multiples tentatives et de nombreuses années pour aboutir, certaines des procédures du PISCS se maintenant malgré sa

suppression dans les années 1990. Ainsi, les acteurs ont toujours dû composer avec les résidus du passé, concrétisés dans ce système de coûts, pour agir dans le présent. Ces interdépendances ont également entretenu les résistances engendrées par le changement de système. Le processus de suppression du PISCS apparaît donc ici non comme l'échec d'une adaptation à un nouvel environnement, mais comme son impossibilité compte-tenu des logiques d'actions intégrées à l'origine dans ce système de coûts.

Les logiques d'actions intégrées dans ces différents outils de gestion (un *ERP* ou le *PISCS*) et issues de contextes antérieurs continuent donc de produire des effets pratiques dans les organisations et ce même si leur environnement a évolué. Si l'on se place d'un point de vue plus général, cette perspective d'analyse montre que des outils de gestion, en portant des habitudes issues de logiques d'actions héritées du passé, entraînent des effets en termes de pratiques qui peuvent ne plus être adaptées et se trouver en décalage avec une situation nouvelle.

3.3. Le rôle de l'outil de gestion « modification sans coût » dans le maintien de pratiques héritées du passé au sein de l'activité de gestion de configuration

Cette perspective permet d'analyser le cas de l'activité de la gestion de configuration dans l'Entreprise et d'appréhender le rôle qu'y tient la « modification sans coût » dans la perpétuation de pratiques issues de logiques d'actions antérieures.

3.3.1. Un réseau de gestion de configuration à forte inertie depuis la période de développement

Le réseau de gestion de configuration, constitué dès la période de développement du Système, a peu évolué jusqu'à l'heure actuelle (voir *Partie 5 – 1.1 L'émergence d'un réseau d'actants dans l'activité de gestion de configuration*). Cette situation peut s'expliquer en raison de la forte inertie des acteurs humains et non-humains présents dans le réseau depuis l'origine

Tout d'abord, si les acteurs humains impliqués dans la gestion des modifications ont bien sûr

pour beaucoup changé, les fonctions représentées sont elles restées identiques de même que leurs rôles respectifs. Les nouveaux arrivants (individus, organisations, …) se sont en effet inscrits dans la même perspective que leurs prédécesseurs (voir *Partie 5 – 1.1.4. Le réseau d'actants de la gestion des modifications*). Pour preuve, ils ont continué d'utiliser les mêmes outils alors même que les logiques à l'origine de leur développement ont, elles, évolué. De ce fait, les ingénieurs et les managers ont par exemple pu garder une influence prépondérante dans l'activité de gestion des modifications. Il y a eu une inertie importante des acteurs humains dans le réseau de gestion de configuration depuis la phase de développement jusqu'à l'heure actuelle.

De plus, les acteurs non-humains du réseau ont également peu évolué depuis la période de développement. Ainsi, les procédures de la gestion de configuration et les formulaires associés sont restés très proches de ceux définis lors de la phase de développement et du début de la production (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre de des modifications dans l'Entreprise* et *Partie 5 – 1.1.1. L'origine : un processus de gestion des modifications hérité du passé*). Par ailleurs, le discours-type sur la qualité du Système n'a pas non plus changé avec, en particulier, le maintien de la prépondérance accordée à la maîtrise technique du produit par rapport aux considérations économiques (voir *Partie 5 – 1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration*). De même, le discours économique type sur la manière d'appréhender les coûts est resté identique, ces derniers étant toujours considérés comme déjà engagés et non significatifs (voir *Partie 5 – 1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration*). Enfin, l'actant « modification sans coût », qui a émergé à partir de pratiques issues de la phase de développement et du début de la production, a progressivement développé une relative autonomie (voir *Partie 5 – 1.2. L'émergence de la boîte noire « modification sans coût » en tant qu'actant du réseau de gestion de configuration*) qui a fait qu'elle n'a plus été remise en cause malgré l'arrivée à un stade de production mûre. Tout comme les acteurs humains, les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration n'ont donc pas significativement changé depuis la phase de développement.

3.3.2. Le rôle des acteurs non-humains dans la persistance de pratiques antérieures au sein du réseau de gestion de configuration

Le décalage temporel identifié précédemment (voir *Partie 5 – 3.1. L'émergence d'un décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes issues d'un nouveau contexte*) peut être expliqué à travers le rôle joué par ces acteurs non-humains qui, en demeurant dans le réseau, ont permis à certaines pratiques de se perpétuer dans le temps alors même que les logiques à l'origine de ces types d'actions ne sont plus d'actualité. Au sein de l'activité de gestion des modifications dans l'Entreprise, les pratiques concernées sont les suivantes :

- la prépondérance de la dimension technique et des acteurs la représentant dans les processus (voir *Partie 4 – 3.4.1. L'émergence de l'outil de gestion en tant que cristallisation de pratiques organisationnelles, Partie 5 – 1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration* et *Partie 5 – 2.3. La dimension qualité de la « modification sans coût »*) ;
- la faiblesse relative du rôle de la dimension économique et des acteurs la représentant dans cette activité (Entreprise, 2009a; 2010c; 2010a; 2010b; Ghélardi, 2009) (voir *Partie 1 – 3.3. Les processus de mise en œuvre des modifications dans l'Entreprise* et *Partie 4 – 3.2. De l'appréhension des modifications sans coûts identifiés à l'outil de gestion « modification sans coût »*) ;
- l'absence ou la faible traçabilité des coûts identifiés dans les formulaires de demandes (*Partie 4 – 3.1. L'indicateur sur les coûts des modifications identifiés*) ;
- une prise de décision non contrainte par les questions économiques et financières (voir *Partie 4 – 2.5. Premiers éléments d'analyse : un filtrage relativement limité des modifications en amont de la Commission* et *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration*) ;
- un flux important et non maîtrisé des nouvelles demandes d'évolutions (voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications* et *Partie 4 – 2. La question du filtrage des propositions d'évolutions et la mise en évidence des « modifications strictement nécessaires »*).

En intégrant les logiques d'actions issues de ces pratiques, héritées pour la plupart de la phase de développement du Système, ces acteurs non-humains ont donc permis à celles-ci de subsister alors même que de nouvelles contraintes contextuelles les rendaient inadéquates et en décalage avec les besoins actuels (voir *Partie 5 – 3.1. L'émergence d'un décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes issues d'un nouveau contexte*). Cette

situation est tout d'abord due au fait que ces acteurs non-humains ont développé une relative autonomie. Celle-ci leur a conférée, en retour, une capacité d'inertie malgré l'émergence d'un nouveau contexte dans et autour de l'activité de gestion des modifications (voir *Partie 1 – 4.1. La justification d'une étude économique de la gestion des modifications en raison des éléments du contexte actuel* et *Partie 5 – 3.3.1. Un réseau de gestion de configuration à forte inertie depuis la période de développement*). Mais elle est également le résultat de l'inefficacité d'une remise en cause individuelle de ces acteurs non-humains du réseau. En effet, la solidité des liens au cœur du réseau de gestion de configuration (voir *Partie 5 – 1.1. L'émergence d'un réseau d'actants dans l'activité de gestion de configuration*) a limité les rares remises en cause de certaines pratiques (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système*). Ces actants continuent donc de véhiculer des pratiques en permettant un certain type d'action et en en empêchant d'autres. Parmi eux, la « modification sans coût » semble jouer un rôle clé.

3.3.3. La « modification sans coût », un outil porteur d'habitudes héritées du passé

En cristallisant un certain nombre de pratiques et d'enrôlements hérités des phases de développement et du début de la production du Système (voir *Partie 5 – 1.2. La boîte noire « modification sans coût », une cristallisation des pratiques de la gestion de configuration*), la « modification sans coût » a pu émerger à partir de logiques multidimensionnelles (voir *Partie 5 – 2. La « modification sans coût », une boîte noire intégrant de multiples dimensions*). Alors que ces dernières ont été remises en cause en raison d'un contexte économique plus contraignant, les pratiques associées à la « modification sans coût » ont, elles, perduré. Dans cette situation, on peut avancer que *la « modification sans coût » est un outil de gestion porteur d'un certain nombre d'habitudes issues de logiques d'actions antérieures et qui se maintiennent dans l'organisation.*

Le concept d'habitude n'est pas envisagé ici comme une contrepartie individuelle de la routine organisationnelle, c'est-à-dire un simple mécanisme réflexe de type stimulus-réponse (Simon, 1983; Gersick & Hackman, 1990; Espedal, 2006; Séville, 2008). Cette conception restrictive de l'habitude a en effet été largement élargie dans diverses études et dans de multiples domaines (Dewey, 1922; Lahire, 2001; Kaufmann, 2001; Hodgson, 2004; Cohen,

2007; Wood & Neal, 2007). Dans ces approches, les habitudes jouent un rôle clé dans l'action et le comportement des acteurs en pouvant tout aussi bien être délibérées ou plus automatiques (Dewey, 1922; Kaufman, 2001; Lahire, 2001; Musolf, 2001). Les habitudes sont ainsi des prédispositions acquises de façon à répondre à une situation. Dans cette perspective, elles forment un lien plus ou moins actif entre d'une part des conceptions et des logiques d'actions du passé et, d'autre part, la situation présente (Dewey, 1922; Kaufman, 2001; Séville, 2008). Le parti pris ici est donc d'appréhender une habitude comme une tendance à agir de manière similaire face à une situation similaire, avec néanmoins une marge d'adaptation.

Dans ce cadre, on peut considérer que l'outil de gestion « modification sans coût » a intégré un certain nombre d'habitudes au cours de son processus d'émergence et leur a permis de se maintenir dans le réseau de gestion de configuration. Cela s'est traduit dans l'activité de gestion des modifications par la persistance de pratiques héritées de logiques d'actions antérieures, notamment en termes de maîtrise du flux entrant et de contrôle des coûts (voir *Partie 5 – 1.2.3. Les effets de la « modification sans coût » en termes de pratiques dans le réseau*). Initialement, et jusqu'à récemment, ces pratiques permettaient de répondre aux préoccupations clés des acteurs de l'organisation (voir *Partie 4 – 3. L'émergence de la « modification sans coût » dans l'activité de gestion de configuration* et *Partie 5 – 2. La « modification sans coût », une boîte noire intégrant de multiples dimensions*). C'est ainsi que l'ensemble des membres du réseau de gestion de configuration s'est fédéré autour de la « modification sans coût » et des habitudes qu'elle portait.

Cependant, l'émergence d'un nouveau contexte économique et financier a signifié, au moins pour certains acteurs de l'Entreprise, la remise en question de ces pratiques (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Celles-ci ont ainsi commencé à être considérées comme n'étant plus adaptées aux nouvelles circonstances (Contrôleur 1, 2008; 2009; Contrôleur 2, 2009; Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 4, 2010; Responsable Programme 2, 2009a; 2009b; Responsable Programme 4, 2009; Responsable Programme 5, 2010). Dans cette situation, les habitudes portées par la « modification sans coût » n'ont plus été considérées comme répondant à l'ensemble des attentes des acteurs. La « modification sans coût » a ainsi cessé d'incarner un consensus dans le réseau de gestion de configuration et elle a été, de ce fait, partiellement remise en cause (voir notamment *Partie 4 – 4. Le plan de transformation proposé dans la gestion de configuration et la proposition*

d'une nouvelle compréhension du coût des évolutions). Malgré cela, en se maintenant dans le réseau (voir *Partie 5 – 1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration*), la « modification sans coût » a permis à des pratiques héritées du passé d'être encore à l'œuvre aujourd'hui, d'où le décalage constaté avec les contraintes du contexte actuel (voir *Partie 5 – 3.1. L'émergence d'un décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes issues d'un nouveau contexte*).

Les organisations qui font face à ce type de décalage entre des pratiques et de nouvelles préoccupations peuvent tenter de le combler en agissant sur les éléments en place. Dans le cas de la gestion des évolutions techniques du Système, l'Entreprise a tout d'abord effectué plusieurs tentatives pour mieux maîtriser le flux entrant des modifications (voir *Partie 1 – 3.4. Les acteurs de la gestion de configuration de la production du Système* et *Partie 4 - La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*). Ces initiatives ont cependant eu un impact très limité et souvent provisoire (voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications*). Par la suite, les étapes préliminaires du travail de recherche et le développement de contraintes économiques de plus en plus fortes (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*) ont été à l'origine de la mise en œuvre du plan de transformation de l'activité de gestion de configuration (voir *Partie 4 – 4. Le plan de transformation proposé dans la gestion de configuration et la proposition d'une nouvelle compréhension du coût des évolutions*). Alors que celui-ci avait notamment pour objectif de définir et de mettre en œuvre des solutions permettant un changement des pratiques à l'œuvre dans la gestion de configuration, une discussion est proposée ici sur les implications et la portée de la mise en œuvre des recommandations proposées.

4. EVALUATION DE LA PORTEE DU PLAN DE TRANSFORMATION DE LA GESTION DE CONFIGURATION PROPOSE DANS L'ENTREPRISE

L'émergence d'un nouveau contexte a posé la question de la persistance de certaines pratiques, en décalage temporel avec des contraintes de plus en plus fortes, dans l'activité de gestion des modifications. Cette situation s'est en particulier traduite dans l'Entreprise par la mise en place des propositions du plan de transformation de l'activité de gestion de configuration (voir *Partie 4 – 4. Le plan de transformation proposé dans la gestion de configuration et la proposition d'une nouvelle compréhension du coût des évolutions*). Une interprétation est proposée ici sur la portée de ce projet de changement, qui résulte d'une démarche d'enquête au sein de l'Entreprise, pour résoudre le décalage entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes issues de ce nouveau contexte.

4.1. Une démarche d'enquête pour appréhender le décalage entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes liées à un nouveau contexte

Alors que pendant longtemps les pratiques dans l'activité de gestion des modifications permettaient de répondre aux exigences de l'organisation, l'émergence d'un contexte nouveau a mis en échec les habitudes à l'œuvre (voir *Partie 1 – 4. L'émergence de la question de recherche à partir des éléments du terrain*). Cette situation est devenue par conséquent inintelligible et source de perturbations importantes. Or, les impacts des premières tentatives de l'Entreprise pour changer ces pratiques, notamment à travers la mise en place de groupes de travaux spécifiques, se sont révélés relativement limités (voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications*). L'organisation a donc ensuite entrepris ce que l'on pourrait assimiler à une démarche d'enquête devant permettre de reconstituer l'intelligibilité de l'ensemble (Suchman, 1987; Dewey, 1993). Celle-ci est passée par le développement d'un récit plausible expliquant les logiques qui remettent en cause les habitudes en cours et produisent une situation nouvelle (Suchman, 1987). Cette démarche peut être divisée en deux phases :

- une première destinée au chercheur et dont le but a été de comprendre les logiques d'actions sous-jacentes dans la gestion des modifications et de fournir une analyse en profondeur de la situation (rôle actif du chercheur) ;

- la seconde dévolue à un groupe de travail mis en place dans l'Entreprise et devant permettre de développer des solutions d'améliorations concrètes dans l'activité de gestion de configuration (participation du chercheur au projet collectif).

4.1.1. La compréhension des logiques d'actions sous-jacentes dans l'activité de gestion des modifications

L'un des apports praxéologiques attendu de la démarche de recherche était de développer une compréhension des logiques à l'œuvre dans l'activité de gestion de configuration afin de pouvoir identifier des leviers d'action pour les transformer (Comité de Pilotage, 2009; 2010a; 2010b). Dans cette perspective, et grâce aux données recueillies au cours de la recherche-action (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion des modifications du Programme de production du Système*), une interprétation de la situation de la gestion des modifications a pu être proposée où (voir *Partie 5 – 1.1. L'émergence d'un réseau d'actants dans l'activité de gestion de configuration* et *Partie 5 – 3.3. Le rôle de l'outil de gestion « modification sans coût » dans le maintien de pratiques héritées du passé au sein de l'activité de gestion de configuration*) :

- un réseau complexe d'actants s'est constitué dans l'activité de gestion des modifications et c'est à l'intérieur de celui-ci que les pratiques se sont développées ;
- les outils en place aujourd'hui (procédures, formulaires, discours-types, …) sont issus de logiques d'actions héritées d'un passé révolu et dont les processus d'émergence ont été largement oubliés ;
- ces outils, devenus des actants relativement indépendants, continuent de produire des effets pratiques liés à ce passé alors même que le contexte a fortement évolué ;
- la « modification sans coût », qui cristallise un certain nombre de pratiques antérieures et intègre de multiples dimensions, est porteur d'habitudes héritées du passé qui se maintiennent donc dans l'activité de gestion de configuration.

La première étape de la démarche d'enquête, en caractérisant les logiques sous-jacentes dans l'activité de gestion de configuration et en mettant en évidence les raisons de l'inertie par rapport à une volonté de changement, constitue ainsi une première avancée dans la perspective de transformation souhaitée par au moins une partie des acteurs de l'organisation.

Mais surtout, c'est à partir des éléments mis en évidence au cours de cette étape, que des acteurs de l'organisation ont décidé de mettre en place un groupe de travail chargé de proposer et de mettre en œuvre des solutions d'amélioration dans le but de résoudre le décalage existant entre les nouvelles contraintes contextuelles et les pratiques à l'œuvre (Entreprise, 2009b; 2009c).

4.1.2. Le développement de solutions d'amélioration à travers la proposition d'un plan de transformation

Le plan de transformation développé au sein de l'Entreprise constitue ainsi la deuxième étape de cette démarche d'enquête (voir *Partie 4 – 4. Le plan de transformation développé dans l'Entreprise pour l'activité de gestion de configuration*). Les différents éléments proposés et mis en œuvre dans le but de rendre cohérentes les pratiques à l'œuvre avec les nouvelles contraintes de l'Entreprise peuvent être résumés en quatre points clés[43] (voir *Partie 4 – 4. Le plan de transformation développé dans l'Entreprise pour l'activité de gestion de configuration*) :

- l'implication de nouveaux acteurs dans les processus et, en particulier, de ceux porteurs de la dimension économique (les membres de l'équipe Contrôle Programme) dont le rôle a été clairement redéfini de manière à les engager dans les sessions de la Commission et dans la prise décision qui y est effectuée ;
- la définition de nouvelles procédures de gestion dans le but d'établir une meilleure traçabilité des coûts des évolutions techniques et de développer un meilleur contrôle des demandes autorisées ;
- le développement de nouveaux formulaires : celui de demande de modification, révisé de manière à faciliter la caractérisation du changement dans tous ses aspects et à permettre une prise de décision fondée sur l'ensemble des informations nécessaires, mais aussi celui de la fiche de coûts, enrichi pour y inclure les différents éléments économiques afin de renforcer le contrôle effectué sur les implications économiques liées à ces évolutions ;

[43] Ces différents éléments, bien qu'ils aient été distingués ici, sont fortement liés entre eux dans le cadre du plan de transformation. Ils ont, d'ailleurs, tous été intégrés au nouveau plan de gestion de configuration développé en parallèle (Entreprise, 2011).

- l'incitation à l'émergence d'un nouveau discours économique type sur les coûts des modifications avec l'apparition de ces nouveaux acteurs, processus et formulaires, dans la perspective de ne plus les considérer nécessairement comme des *sunk costs*.

La démarche d'enquête menée dans l'Entreprise a donc abouti à la définition et à l'application d'un certain nombre de solutions afin de tenter d'améliorer la situation dans l'activité de gestion des modifications et de la rendre cohérente avec les contraintes du contexte actuel. Pour évaluer la portée de ce processus dans l'organisation, une interprétation de la mise en œuvre de ces éléments dans le cadre du réseau de gestion de configuration est proposée ici.

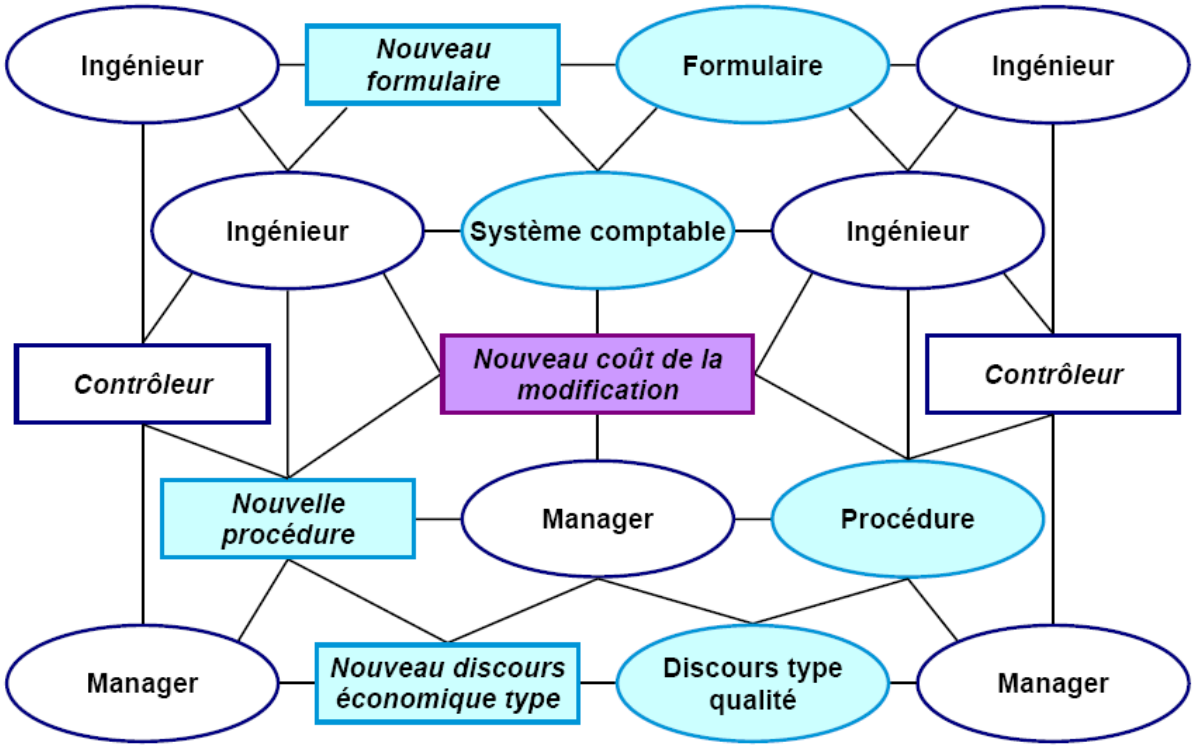
4.2. L'intégration des éléments issus du plan de transformation dans le réseau de gestion de configuration

L'application des propositions issues du plan de transformation devrait signifier trois changements majeurs au sein du réseau de gestion de configuration (voir *Graphique 16*).

Premièrement, l'intégration des contrôleurs parmi les acteurs humains du réseau, puisqu'ils doivent dorénavant participer aux sessions de la Commission et contribuer à la prise de décision. Deuxièmement, l'évolution d'un certain nombre d'actants en raison de la définition de nouvelles procédures, de nouveaux formulaires, ainsi que l'émergence d'un nouveau discours économique type dans l'activité de gestion de configuration. Troisièmement, avec le développement d'une meilleure traçabilité des coûts (premier niveau d'évolution), ces changements doivent permettre d'éviter, au moins dans une certaine mesure, la survenance des « modifications sans coûts » (deuxième niveau d'évolution). En effet, alors que la « modification sans coût » est remise en cause dans cette logique de transformation, l'interprétation proposée ici est que la mise en œuvre de ces évolutions s'inscrit dans une volonté de favoriser une évolution de l'actant « modification sans coût » qui sera désignée ici sous le terme de « nouveau coût de la modification ». Cette « modification sans coût » adaptée ou « nouveau coût de la modification » correspond ainsi à toute modification autorisée où un coût récurrent ou non-récurrent a été établi dans la fiche de coûts. En remplaçant la « modification sans coût » dans le réseau de gestion de configuration, ce

« nouveau coût de la modification » deviendrait ainsi un nouvel élément de la prise de décision en Commission (troisième niveau d'évolution).

GRAPHIQUE 16



L'évolution du réseau avec l'application du plan de transformation

La mise en œuvre de ces trois axes de changement devrait ainsi entraîner la constitution d'un nouveau réseau de gestion de configuration (voir *Graphique 16*). Dans cette situation, il est pertinent de se demander quels sont les apports et les limites de ce plan de transformation dans la perspective d'une évolution des pratiques, ainsi que sa portée pour résorber le décalage avec les contraintes liées au nouveau contexte.

4.3. L'originalité et les apports du plan de transformation

4.3.1. Une action simultanée sur plusieurs entités du réseau de gestion de configuration

Si les précédentes tentatives de changement ont eu un impact relativement limité dans l'Entreprise (voir *Partie 1 – 4.1.1. Le contexte de l'activité de gestion des modifications*), il faut souligner que celles-ci ne concernaient que des évolutions sur des éléments isolés du réseau. Par exemple, alors que certains acteurs ont essayé de supprimer l'occurrence des « modifications sans coûts », l'action sur ce seul outil a échoué (Contrôleur 3, 2009; Contrôleur 4, 2010). La théorie de l'acteur-réseau permet d'expliquer cette situation par le maintien de la solidité des liens au sein du réseau qui empêche la remise en cause unilatérale de certaines de ses entités (voir *Partie 3 – 4. Présentation du cadre théorique choisi : la théorie de l'acteur-réseau*). Dans l'exemple précédent, la « modification sans coût » a pu ainsi se maintenir dans le réseau grâce aux liens tissés avec les autres actants de celui-ci (voir *Partie 5 – 1.2. L'émergence de la boîte noire « modification sans coût » en tant qu'actant du réseau de gestion de configuration*).

Le plan de transformation propose, lui, une action simultanée sur différents actants du réseau. D'une part, de nouveaux acteurs humains ont été intégrés dans ce réseau : un ingénieur ayant la responsabilité dossier, mais surtout les contrôleurs chargés d'apporter et de maîtriser la dimension économique dans cette activité. D'autre part, de nombreux acteurs non-humains du réseau évoluent avec l'émergence de nouvelles procédures (telle que la validation des coûts par les contrôleurs), de nouveaux formulaires (demande d'évolution, fiche de coût, …) ou encore d'un nouveau discours économique type (avec un changement du modèle de coûts). En particulier, l'actant « modification sans coût » change sensiblement dans le cadre de ce projet de transformation, en raison notamment d'une nouvelle appréhension du coût des évolutions développée à partir de l'évolution des autres actants du réseau (voir *Partie 5 – 4.2. L'intégration des éléments issus du plan de transformation dans le réseau de gestion de configuration*). Ainsi, dans ce nouveau réseau de gestion de configuration, la « modification sans coût » n'enrôle plus nécessairement les acteurs humains et non-humains qui la supportaient précédemment. Dans cette situation, le développement d'un nouvel outil avec l'émergence potentielle du « nouveau coût de la modification » peut trouver un terrain plus favorable.

4.3.2. Une perspective de changement autour de la prise de décision en Commission

Un autre apport important de ce projet concerne la perspective de changement choisie. Ce plan de transformation n'est ainsi pas limité à une simple volonté d'amélioration de certains processus de la gestion des modifications ou au développement de la traçabilité de leurs conséquences économiques. Il s'inscrit en effet plus largement dans une perspective de changement de la prise de décision en Commission dans le but d'exercer un filtrage plus important sur le flux entrant et les demandes de modifications non-nécessaires (voir *Partie 4 – 4.1. Le contexte autour de la mise en œuvre de nouveaux outils dans le processus de gestion de configuration de la production du Système*).

L'amélioration de l'information disponible en Commission est un élément clé de cette approche. Celle-ci doit en effet permettre une prise de décision fondée sur l'ensemble des données identifiées comme nécessaires (voir *Partie 4 – 4.2. L'amélioration de l'information disponible*). Dans ce cadre, le développement des données économiques est, en particulier, lié à la volonté d'intégrer cette dimension dans les discussions en Commission et dans le processus de décision qui s'ensuit (voir *Partie 4 – 4.2.3. Le développement des données économiques*). Alors qu'il est souvent plus important d'influencer les décisions qui provoquent les dépenses plutôt que de s'intéresser à celles-ci au moment où elles se constatent (Gautier & Giard, 2000; Bouquin, 2011), le plan de transformation s'inscrit donc dans la première approche. La perspective de transformation choisie constitue ainsi un autre apport clé de ce projet et cela en raison notamment de la nature significative de la manière dont les décisions sont prises en Commission sur les implications potentielles d'une modification.

Le plan de transformation proposé dans l'activité de gestion de configuration présente donc des originalités majeures par rapport aux précédentes tentatives de changement dans l'Entreprise. Celles-ci pourraient ainsi permettre une évolution significative des pratiques à l'œuvre dans cette activité, mais l'impact de ce projet est également limité par rapport à un certain nombre d'éléments.

4.4. Les limites du plan de transformation

4.4.1. Une action de transformation limitée à certains actants

Tout d'abord, l'action simultanée sur différentes entités du réseau n'est pas générale. En effet, un certain nombre d'actants du réseau n'évoluent pas avec l'application du plan de transformation.

Déjà, la majorité des acteurs humains impliqués restent les mêmes avant et après le processus de transformation, puisque les ingénieurs et les responsables du Programme présents auparavant continuent d'y jouer un rôle clé (voir *Partie 5 – 1.1.2. Les acteurs humains du réseau de gestion de configuration* et *Partie 5 – 1.1.4. Le réseau d'actants de la gestion des modifications*). De plus, certains acteurs non-humains se maintiennent dans le réseau. On retrouve en effet un certain nombre de procédures, de formulaires, mais aussi le discours-type sur la qualité et le système comptable qui n'ont, eux, pas évolué (voir *Partie 5 – 1.1.3. Les acteurs non-humains du réseau de gestion de configuration* et *Partie 5 – 1.1.4. Le réseau d'actants de la gestion des modifications*). Or, le réseau de gestion de configuration a développé une forte inertie au cours du temps (voir *Partie 5 – 3.3.1. Un réseau de gestion de configuration à forte inertie depuis la période de développement*). Dans cette situation, le fait que plusieurs actants du réseau s'y maintiennent pourrait empêcher une évolution significative des pratiques à l'œuvre dans cette activité. En effet, même avec l'émergence de nouveaux éléments, en portant des habitudes héritées du passé, la persistance de ces actants devrait limiter le processus de changement.

4.4.2. L'absence de définition d'objectifs dans la mise en œuvre du plan de transformation

Au-delà du nombre restreint d'actants concernés par ce changement, l'impact du plan de transformation se trouve également limité par l'absence de définition d'objectifs par les responsables du Programme une fois que le projet est appliqué dans l'organisation.

Alors que des indicateurs de pilotage ont bien été déterminés (voir *Partie 4 – 4.4. La mise en œuvre d'indicateurs clés*), aucun objectif concret n'a aujourd'hui été défini, que ce soit par rapport à la maîtrise du flux entrant ou à l'appréhension des coûts des évolutions. Si l'application d'objectifs précis peut être inefficace ou détournée (voir *Partie 4 – 4.4.1. Les raisons du développement de nouveaux indicateurs*), l'absence même de direction donnée par les responsables du Programme pour renforcer la mise en œuvre de ces changements limite

forcément la portée de ce projet de transformation. Par exemple, si la mise en œuvre des indicateurs sur la catégorie de la modification et le niveau de coût devait permettre d'améliorer la prise de décision en Commission, aucun positionnement n'a été précisé pour encadrer celle-ci. Ainsi, les types d'évolutions devant être supportés ou, au contraire, évités n'ont pas été définis. De ce fait, malgré la prise de conscience qu'a entraîné l'émergence d'un nouveau contexte vis-à-vis des pratiques actuelles de la gestion de configuration, la stratégie des responsables du Programme, au-delà des discours généraux, reste floue. Dans cette perspective, la portée de l'application des recommandations du plan de transformation semble restreinte.

.

4.4.3. Une prise en compte restreinte de la « modification sans coût »

Par ailleurs, l'absence de prise en compte des multiples dimensions de la « modification sans coût » limite elle aussi la portée concrète de ce projet pour faire évoluer les pratiques dans l'activité de gestion de configuration.

La « modification sans coût » ne renvoie ainsi pas uniquement à un certain modèle de coûts qu'il suffirait de changer pour transformer cet outil en « nouveau coût de la modification ». Les différents niveaux de lecture de la « modification sans coût » identifiés en-dehors de la dimension économique (sur le produit, la qualité, la définition des métiers, la stratégie, l'environnement politico-institutionnel et commercial) constituent, eux aussi, des caractéristiques intrinsèques de cet outil de gestion (voir *Partie 5 – 2. La « modification sans coût », une boîte noire intégrant de multiples dimensions*). Or, au-delà de l'évolution du modèle de coût, seule la logique commerciale devrait évoluer avec la mise en œuvre du projet de changement. En effet, le processus de visibilisation de la « modification sans coût » traduit une logique commerciale et concurrentielle de l'environnement où l'objectif n'est plus seulement de vendre un produit à court-terme, mais d'assurer la pérennité du Système à long-terme en maintenant sa compétitivité dans un marché de plus en plus contraignant. Dans ce cadre, le positionnement de l'Entreprise par rapport à ses clients et ses sous-traitants pourrait évoluer de manière significative. Cependant, en-dehors de ces deux dimensions, le plan de transformation n'intervient pas sur les autres niveaux de lecture de la « modification sans coût » (sur le produit, la qualité, la définition des métiers, la stratégie et l'environnement politico-institutionnel), ce qui limite fortement la portée de ce projet. L'évolution de la

« modification sans coût » dans le réseau pourrait ainsi être limitée à un changement du modèle de coût et au développement d'une prise de conscience d'un nouvel environnement commercial.

En considérant les apports et les limites qui viennent d'être présentées, il est maintenant intéressant de poser la question de la portée future de ce projet de transformation pour résorber le décalage entre les pratiques à l'œuvre et les nouvelles contraintes contextuelles, ainsi que des conditions futures pouvant favoriser cette évolution.

4.5. La portée et les conditions d'évolutions futures du plan de transformation dans la résolution du décalage temporel entre les pratiques et les contraintes contextuelles

4.5.1. La portée à court et long-terme du plan de transformation

A court-terme, les implications en termes de pratiques du plan de transformation proposé, notamment l'évolution de la « modification sans coût », devraient rester embryonnaires dans l'activité de gestion des modifications. Si, compte tenu de ses limites significatives, l'application du processus de transformation ne permettra pas de répondre à l'ensemble des objectifs définis au départ, on peut cependant souligner que des résidus de ceux-ci devraient prendre racine dans l'organisation (Andon et al., 2007). En particulier, il faut noter que ce projet de transformation a permis le développement d'une nouvelle conscience des coûts et de l'environnement commercial parmi les acteurs impliqués dans la gestion de configuration. Les coûts devraient ainsi progressivement être mieux recensés dans les nouveaux formulaires de demande et non plus considérés nécessairement comme des *sunk costs*. De même, il est probable que la considération des contraintes commerciales, nécessaires pour maintenir la compétitivité du produit dans le temps, se développera dans l'activité de gestion des modifications. Cependant, au-delà de ces évolutions partielles, les discussions et les délibérations en Commission ne devraient, elles, évoluer qu'à la marge dans l'immédiat. De ce fait, l'émergence d'une contrainte économique sur la prise de décision devrait rester limitée. Dans cette situation, l'objectif de résolution, ou même de diminution significative, du

décalage entre les pratiques actuelles et les nouvelles contraintes contextuelles pourra difficilement se réaliser à court-terme.

La portée du plan de transformation reste également très incertaine à long-terme dans ces conditions. Déjà, en raison de l'absence d'une perspective clairement stratégique définie par les responsables du Programme (voir *Partie 5 – 4.4.2. L'absence de définition d'objectifs dans la mise en œuvre du plan de transformation*), un changement significatif dans le processus de prise de décision en Commission et une évolution des pratiques à l'œuvre dans cette activité apparaissent comme peu probables dans la durée. Mais surtout, ces pratiques sont liées à des logiques antérieures, bien intégrées dans l'organisation, et qui n'ont été que très partiellement remises en cause. Leur évolution est d'ailleurs beaucoup plus longue et complexe. En effet, si leur modification est déjà difficile à faire émerger au sein d'une organisation, il faut souligner que ces logiques englobent également des entités extérieures (voir *Partie 1 – 2.2. L'organisation industrielle autour du Système*). Ainsi, l'Entreprise ne dispose pas de tous les leviers d'action pour effectuer une véritable transformation de la situation dans le temps puisque, même dans le cas où des changements plus importants seraient mis en œuvre en interne, l'inertie d'éléments externes limiterait cette évolution.

Compte-tenu de ces éléments, le décalage temporel identifié entre les pratiques de la gestion des modifications et les nouvelles contraintes issues du contexte devrait persister dans le temps. Dans cette situation, on peut alors se poser la question de la nature des événements qui pourraient remettre en cause les différentes dimensions que traduit la « modification sans coût » dans l'organisation et entraîner, par la suite, une évolution significative des pratiques à l'œuvre.

4.5.2. Les conditions d'évolutions futures dans l'organisation

4.5.2.1. L'accroissement des contraintes financières

Tout d'abord, on peut avancer que la survenance de nouveaux événements financiers majeurs pourrait entraîner des évolutions significatives.

Alors que l'émergence du plan de transformation est en partie liée à de nouvelles contraintes financières dans et autour de l'organisation (voir *Partie 4 – 4.1. Le contexte autour de la mise en œuvre de nouveaux outils dans le processus de gestion de configuration de la production du Système*), celles-ci n'ont pas été suffisamment fortes pour contraindre à un changement plus important des pratiques de la gestion de configuration. Cette situation pourrait cependant évoluer si ces contraintes continuaient à se développer. D'une part, l'accroissement des objectifs financiers au sein de l'Entreprise, ou du groupe en général, exercerait une pression beaucoup plus importante sur les coûts de production. L'augmentation continue de la compétition dans le secteur spatial est, par exemple, l'un des éléments pouvant nécessiter la tenue de résultats financiers plus importants. D'autre part, une augmentation des contraintes financières des entités impliquées dans les programmes spatiaux rendrait extrêmement complexe leur financement. Cela concerne notamment les organisations publiques qui financent encore beaucoup ce secteur. En raison de restrictions budgétaires de plus en plus fortes, celles-ci pourraient en effet diminuer significativement leur participation à des projets coûteux de ce type[44].

A terme, le développement de ces contraintes financières pourrait donc progressivement entraîner des pressions beaucoup plus fortes sur les coûts de production. Certaines activités seraient ainsi remises en cause et, notamment, celles liées à la gestion d'événements non indispensables pour le produit. La gestion de configuration rentrerait ainsi dans ce cadre et une évolution significative des pratiques de cette activité pourrait émerger.

4.5.2.2.Les conséquences d'événements techniques majeurs

Des événements techniques majeurs sur le Système pourraient également avoir un impact significatif sur les pratiques de la gestion de configuration. De fait, un problème de qualité important sur le produit, aboutissant par exemple à la perte d'un Système, pourrait totalement remettre en cause l'état actuel et entraîner des changements majeurs. Cependant, il est aujourd'hui très difficile de savoir dans quel sens ceux-ci se développeraient.

[44] L'Entreprise subit déjà ce type de difficultés pour le financement de sa future version du Système, les (difficiles) négociations sur cette question devant être tranchées au niveau interministériel européen.

En effet, il est possible que ce type d'événement remette clairement en question les pratiques à l'œuvre dans la gestion de configuration et, en particulier, l'application quasi-systématique de l'ensemble des demandes de modifications proposées. Dans ce cadre, c'est la remise en perspective du risque technique, inhérent aux produits complexes, qui justifierait un changement significatif de la situation. Alors que l'application de modifications implique de multiples interactions avec l'ensemble des éléments constitutifs des PSC (voir *Partie 3 – 1.1. Produits ou Systèmes Complexes et Organisations à Haute Fiabilité* et *Partie 3 – 2. Les évolutions techniques et leur gestion dans une production complexe*), le maintien de la maîtrise technique devient d'autant plus complexe que le volume d'évolutions est important. Ainsi, l'exercice de contraintes (économiques ou non) beaucoup plus fortes dans le processus de filtrage pourrait apparaître comme un moyen de limiter ce risque et de renforcer la maîtrise de la qualité du Système. Cette situation aboutirait, par conséquent, à un développement de pratiques en adéquation avec les contraintes du contexte.

A l'inverse, la survenance d'un événement technique majeur pourrait également être perçue comme une conséquence des contraintes (notamment économiques) exercées dans la production par rapport au maintien de la qualité du Système. En particulier, si l'origine de l'événement était liée à une limitation du flux entrant des modifications en raison de critères financiers, ce sont les évolutions (partielles) du plan de transformation qui seraient alors remises en cause. De ce fait, le développement d'une focalisation sur les aspects économiques pourrait être totalement abandonné en raison de ses implications éventuelles sur une détérioration de la qualité du produit pour des raisons financières. Cette situation signifierait ainsi un retour aux pratiques antérieures à l'application du projet de transformation et qui étaient quasi-exclusivement focalisées sur la maîtrise de la qualité du produit (voir *Partie 4 – La recherche-action effectuée dans l'activité de gestion de configuration du Programme de production du Système et l'émergence de la « modification sans coût »*). Cela entraînerait par conséquent l'approfondissement du décalage constaté entre les pratiques à l'œuvre et les caractéristiques du contexte.

Si l'impact de l'application du plan de transformation pourrait donc être limité et incertain, l'évolution potentielle des pratiques dans cette activité n'est donc pas simplement liée à une nouvelle méthode d'appréhension du coût, mais signifie aussi le début d'une remise en cause

de l’ensemble des raisonnements et des dimensions que la « modification sans coût » intègre. Ce changement entraînerait de ce fait des implications pour l’organisation qui ne se limiteraient pas seulement à la partie économique mais toucheraient également l’appréhension du produit, de sa qualité, la définition des métiers, la stratégie et les objectifs de l’organisation, les contraintes politico-institutionnelles et l’environnement commercial. Cette étude montre que, par conséquent, l’appréhension d’une telle évolution nécessite la prise en considération de l’ensemble de ces aspects et de la totalité des implications engendrées par la mise en œuvre de nouvelles logiques. C’est pourquoi les conséquences à long-terme de ce type de transformation restent très largement incertaines et soumises à des aléas évidemment non connus à ce jour.

CONCLUSION

1. SYNTHESE DE LA DEMARCHE DE RECHERCHE

Ces dernières années, le contexte industriel dans et autour de l'Entreprise a connu d'importants changements. Au moment où s'est déroulée cette recherche, certaines des caractéristiques actuelles spécifiques de la production du Système, liées à un héritage passé, ont commencé à être remises en cause par une partie des acteurs de l'organisation. Cela a notamment été le cas dans le contrôle l'activité de traitement des propositions de modifications sur la définition du Système et la maîtrise de leurs conséquences économiques.

La recherche s'est ainsi portée sur l'appréhension de l'activité de gestion de configuration. Dans cette perspective, il a tout d'abord été nécessaire de comprendre la situation existante pour pouvoir ensuite la transformer. La première étape a ainsi consisté à caractériser l'état actuel de la gestion de configuration de l'Entreprise à travers une étude des processus en place, des comportements, des discours et des actions des acteurs impliqués dans cette activité. L'appréhension des modifications et de leur gestion dans l'organisation a ainsi fait émerger la question clé de la maîtrise du flux entrant des demandes et, plus précisément, celle du filtrage des propositions non-nécessaires. En mettant ensuite à jour la faiblesse du niveau de filtre avant, pendant et après la Commission, avec en particulier la faible proportion de « modifications strictement nécessaires » à la poursuite de la production, la question qui s'est alors posée a été l'effectivité de l'exercice d'une contrainte économique sur la prise de décision dans l'Entreprise. Dans cette situation, l'analyse de la notion de « modification sans coût » est apparue comme particulièrement intéressante pour caractériser d'une part la manière dont les coûts des évolutions techniques sont identifiés et, d'autre part, comment ceux-ci sont pris en compte dans les décisions de la Commission. A partir de ces éléments, la question de recherche a été progressivement définie autour des conditions par lesquelles la « modification sans coût » a émergé en tant qu'outil de gestion, ainsi que ses relations avec les pratiques à l'œuvre dans l'activité de gestion évolutions de la production du Système.

Afin de répondre à cette question de recherche, le cadre de la théorie de l'acteur-réseau a été mobilisé. En effet, une approche de type rationaliste est apparue comme inadéquate compte-tenu des caractéristiques du terrain de recherche. Le choix d'une perspective non-rationaliste particulière s'est ensuite effectué grâce à la définition de critères issus des observations dans l'Entreprise autour de la « modification sans coût » (en tant que résultat d'une cristallisation de pratiques et disposant d'une relative autonomie). Compte-tenu de ces éléments, la théorie de l'acteur-réseau s'est ainsi révélée comme la plus cohérente et pertinente pour cette démarche. Ses concepts clés ont donc été mobilisés pour répondre à la question de recherche. Dans cette perspective, l'interprétation proposée de la situation est qu'un réseau d'actants s'est progressivement constitué dans le domaine de la gestion de configuration de l'Entreprise. Au cœur de celui-ci, l'outil de gestion « modification sans coût », a émergé à partir des pratiques de la gestion des évolutions techniques et les a cristallisées. A l'inverse, par un phénomène de récursivité, elle a contribué à favoriser certains types de pratiques et à en empêcher d'autres, notamment dans la prise de décision en Commission. Au fil du temps, ces processus d'émergence ayant été largement oubliés, la « modification sans coût » est devenue une boîte noire dans le réseau qui n'a pendant longtemps plus été questionnée. La déconstruction de cette boîte noire, qui s'est déroulé au moment où le contexte industriel est devenu de plus en plus contraignant, a permis de rendre à nouveau visible les conditions de son émergence et surtout de mettre en évidence les multiples dimensions, issues de logiques antérieures, qu'elle intégrait. Alors qu'un décalage existe aujourd'hui entre les pratiques à l'œuvre dans la gestion de configuration et les contraintes liées à ce nouveau contexte, les éléments de la recherche permettent de caractériser le rôle clé des outils de gestion, en tant qu'actants du réseau, dans le maintien de pratiques organisationnelles héritées du passé. C'est en particulier le cas de la « modification sans coût » qui a été identifié comme un outil porteur d'habitudes issues de logiques d'actions antérieures. Le maintien d'outils tels que la « modification sans coût » permet ainsi d'expliquer pourquoi et comment des pratiques issues de logiques d'actions de la phase de développement et du début de la production ont pu perdurer dans l'organisation. Dans cette situation, la portée du plan de transformation de l'activité de gestion de configuration, proposé au sein de l'Entreprise, est apparue limitée à court-terme et incertaine à long-terme.

2. CONTRIBUTIONS THEORIQUES ET PRATIQUES DE LA RECHERCHE

A travers les multiples éléments développés au-cours de cette recherche-action, plusieurs contributions majeures peuvent être mises en évidence. Conformément aux objectifs d'une recherche-action, ces apports portent à la fois sur le plan théorique et pratique.

2.1. Les apports théoriques de la recherche

Tout d'abord, trois contributions théoriques majeures de cette recherche peuvent être avancées :

- l'analyse de l'émergence d'un outil de gestion à partir des pratiques à l'œuvre dans une organisation en termes de réseaux d'actants;
- la mise en évidence du rôle clé des outils de gestion dans le maintien de pratiques héritées du passé ;
- l'étude d'un cas de la production d'un système complexe dans le domaine du secteur spatial dans une perspective de comptabilité de gestion et à travers le prisme des éléments clés de la théorie de l'acteur-réseau.

La principale contribution de cette recherche a été l'analyse des conditions d'émergence d'un outil de gestion, la « modification sans coût », à partir des pratiques organisationnelles. Cet apport a été réalisé par la déconstruction de la boîte noire « modification sans coût », à travers les concepts clés de la théorie de l'acteur-réseau. De cette manière, son processus d'émergence et les différentes dimensions qu'elle intégrait ont été mis en évidence. Par la suite, à travers la discussion autour de l'application d'un plan de transformation dans l'organisation, cette étude a également permis d'appréhender les difficultés d'émergence d'un nouvel outil de gestion (« modification sans coût » changée ou « nouveau coût de la modification »). Alors que les travaux de comptabilité de gestion ayant utilisé le cadre de la théorie de l'acteur-réseau ont largement considéré le rôle des outils de gestion dans la mise en œuvre de pratiques (notamment à travers les phénomènes d'intéressement et d'enrôlement), cette relation inverse n'a été que très peu développée. Ainsi, hormis quelques travaux (Briers & Chua, 2001; Dechow & Mouritsen, 2005), très peu d'études ont appréhendé le rôle des pratiques dans l'émergence des outils de gestion à travers les concepts de réseau et d'actants.

Par ailleurs, cette recherche a également développé la relation (simultanée) de l'outil de gestion sur les pratiques de la gestion de configuration, notamment à travers le rôle de la « modification sans coût » dans le processus de prise de décision et dans le maintien de pratiques organisationnelles héritées du passé. Dans ce sens, un autre apport théorique de cette recherche est l'identification du rôle clé que jouent les outils de gestion dans le maintien de pratiques collectives au sein d'une organisation. La discussion autour des réseaux d'actants de la gestion de configuration a ainsi mis en évidence le rôle de la « modification sans coût » pour expliquer le décalage entre les pratiques actuellement à l'œuvre et les contraintes issues d'un nouveau contexte. En cristallisant des logiques d'actions antérieures et en intégrant de multiples dimensions héritées du passé, l'outil de gestion qui devient avec le temps une « boîte noire », permet à des pratiques de perdurer de manière relativement autonome alors même qu'elles se révèlent en contradiction par rapport à un nouvel environnement. Les outils de gestion, au cœur des réseaux d'actants, ont de ce fait un rôle clé dans la persistance de logiques d'action issues du passé. Dans ce contexte, la transformation des pratiques nécessite un changement en profondeur des outils de gestion par rapport à l'ensemble de leurs dimensions (économique bien sûr, mais aussi au regard aux logiques techniques, stratégiques, historiques, politiques ou culturelles).

Enfin, cette étude a pour originalité de se situer le champ du contrôle de gestion et d'utiliser la théorie de l'acteur-réseau dans un domaine particulier : le secteur spatial et les systèmes complexes. En effet, si les études de comptabilité de gestion utilisant la théorie de l'acteur réseau comme cadre d'analyse ont été développées dans une grande variété de secteurs, aucune n'a proposé une analyse dans le domaine de la haute-technologie et n'a développé un cas d'étude se rapportant à une production complexe comme peut l'être celle du Système. Cette recherche permet donc d'enrichir la littérature sur la théorie de l'acteur-réseau en comptabilité de gestion, en apportant une étude de terrain longitudinale dans le secteur spatial. Mais surtout, elle permet d'ouvrir de nouvelles perspectives d'utilisation des concepts clés de la théorie de l'acteur-réseau pour des études de cas dans des secteurs de haute-technologie et pour l'appréhension des problématiques de gestion liées au développement et à la production de systèmes complexes.

2.2. Les apports pratiques de la recherche

Au-delà des contributions théoriques, cette démarche de recherche a eu un apport significatif concret sur le plan industriel et plus précisément dans les préoccupations pratiques de l'Entreprise par rapport à la gestion des modifications. Ces apports ont été principalement de trois ordres :

- la caractérisation des évolutions et le développement d'une visibilité sur la gestion des modifications dans l'organisation ;
- la mise en évidence de certaines pratiques, associées à la « modification sans coût » et leurs logiques sous-jacente ;
- la proposition d'éléments pour transformer la « modification sans coût » et les pratiques qui lui sont associées.

Premièrement, cette recherche a permis à l'Entreprise de caractériser la nature des modifications (type de décisions, auteurs, justifications, …) et de développer une visibilité importante de l'activité de gestion de configuration. Auparavant, dans une situation où peu d'informations étaient disponibles, les acteurs de l'Entreprise pouvaient justifier leurs discours et leurs comportements par rapport à leurs perceptions propres de la gestion des modifications, sans que cela puisse être comparé à des données factuelles. Par exemple, alors que certains acteurs développaient l'hypothèse du rôle important des clients dans le flux entrant des modifications, aucune information ne permettait de vérifier le degré de pertinence de ce discours avant cette étude. Le travail de recherche effectué a lui montré que l'Entreprise était relativement peu contrainte par l'extérieur dans la gestion des modifications. De même, alors que de nombreux comportements dans cette activité étaient associés à l'idée de conséquences économiques non significatives pour les modifications et participaient à leur faible traçabilité, cette recherche a permis de révéler un seuil minimum de coûts non négligeable (le « coût administratif de la modification »). En développant une plus grande visibilité sur la gestion du changement dans l'Entreprise, cette caractérisation des évolutions a par la suite été un élément clé pour mettre en évidence des situations organisationnelles qui n'étaient pas forcément adaptées au contexte actuel et notamment à un environnement économique de plus en plus contraignant. Ainsi, la faiblesse du filtrage des demandes non-nécessaires et l'absence de maîtrise du flux entrant des demandes sont apparues comme contradictoires avec les pressions financières et les objectifs économiques auxquels l'organisation fait face aujourd'hui. De même, la faible proportion des « modifications strictement nécessaires » identifiée a déclenché le début d'un débat dans l'organisation sur la

nature des modifications autorisées et sur le filtrage de celles qu'il serait possible de considérer comme non obligatoires dans le contexte actuel.

Deuxièmement, cette recherche a contribué à proposer une explication sur les raisons à l'origine des pratiques à l'œuvre. A partir de leur observation, l'outil de gestion « modification sans coût » a en effet émergé. Cela a donné une visibilité beaucoup plus forte à des comportements et à des discours liés à l'appréhension économique des évolutions. Alors qu'auparavant la présence de ce type de pratiques ne faisait pas l'objet de débats dans l'Entreprise, leur mise en évidence concrète, par l'intermédiaire du constat des nombreuses « modifications sans coûts », a transformé la situation et changé les perceptions de nombreux acteurs. Cette démarche a ensuite permis de comprendre et d'expliquer les logiques d'action sous-jacentes à l'œuvre dans cette activité. Dans ce sens, la logique d'appréhension des coûts employée aujourd'hui, fondée sur des raisonnements multiples hérités d'une situation passée, a pu être mise en évidence (*sunk costs* et coûts marginaux non-significatifs). Alors que certaines des implications liées à l'utilisation de ce modèle (non-maîtrise du flux entrant, faiblesse du filtrage des demandes non-nécessaires, évaluation non exhaustive des coûts, absence de contrainte économique dans le processus de décision, …) entrent en contradiction avec les caractéristiques du contexte actuel, cette logique ne permet donc plus de répondre à l'ensemble des objectifs de l'Entreprise. De même, l'ensemble des autres logiques d'actions qu'intègre la « modification sans coût » est lié à pratiques héritées du passé. Les éléments développés au cours de cette recherche ont ainsi permis à l'Entreprise de comprendre que la « modification sans coût », en étant porteur de logiques d'actions issues du passé, constitue un héritage d'un contexte qui est révolu mais qui continue de produire des effets dans l'organisation en termes de pratiques.

Troisièmement, le développement d'une meilleure compréhension des logiques sous-jacentes à l'activité de gestion des modifications a préparé le terrain et participé à l'émergence d'un processus de transformation dans cette activité. Les éléments développés au cours de cette recherche ont ainsi préparé le terrain et participé à une transformation dans cette activité. En effet, au moment où certaines pratiques ont commencé à être partiellement remises en cause compte-tenu des nouvelles contraintes contextuelles, la démarche de recherche a permis d'apporter de nombreux éléments nouveaux (nature des modifications, origine, justification, proportion de « modifications strictement nécessaires » et de modifications sans coûts identifiés, « coût administratif de la modification », …). Ceux-ci ont développé une meilleure

compréhension de la situation et la proposition d'outils pour transformer la situation dans cette activité : développement de nouveaux formats et procédures, émergence d'une nouvelle appréhension des coûts, construction d'une prise de décision plus multilatérale, définition et mise en place d'indicateurs de pilotage, … Le gain attendu pour l'Entreprise, à travers notamment un suivi plus précis des coûts du changement et le développement d'une perspective économique en rapport avec le contexte actuel, est lié à l'évolution du mode de prise de décision en Commission et à une diminution significative du flux entrant des modifications autorisées. Celle-ci aurait pour conséquence une réduction des coûts sur l'ensemble de la chaîne de production, des ateliers d'intégration (baisse des perturbations) aux équipes d'ingénierie du Programme (baisse du nombre d'heures d'analyse et de traitement).

3. LES LIMITES DE LA RECHERCHE

Alors que la recherche-action menée a engendré différents apports théoriques et pratiques, certaines limites doivent être mentionnées.

D'un point de vue théorique, la principale limite de cette recherche est liée aux contraintes de l'utilisation du cadre et des concepts clés de la théorie de l'acteur-réseau. Celles-ci n'ont en effet pas permis de considérer certains facteurs qui, au regard des observations effectuées, semblent jouer un rôle non négligeable. Dans cette perspective, c'est en particulier l'impossibilité de considérer les relations de pouvoir parmi les acteurs de l'organisation qui apparaît comme une limite à l'analyse effectuée. La théorie de l'acteur-réseau suppose en effet une symétrie entre tous les actants d'un réseau. Or, les observations faites au cours de la recherche-action semblent montrer que le pouvoir entre les actants n'est pas réparti de manière uniforme dans le processus de gestion de configuration. C'est le cas notamment des responsables du Programme qui exercent leur autorité au moment d'une prise de décision qui reste peu multilatérale. Leur rôle apparaît donc comme particulièrement important dans ce processus, que ce soit par rapport aux autres acteurs humains ou acteurs non-humains. Cette idée est confirmée par les propositions de changements qui doivent, dans le futur, permettre de favoriser une plus grande implication d'autres acteurs de l'Entreprise dans la prise de décision en Commission. Cependant, ces avancées potentielles se heurtent aujourd'hui à des inerties fortes de la part de certains responsables du Programme. Ceux-ci utilisent en effet leur

pouvoir au sein de l'organisation pour limiter cette évolution. Alors que l'asymétrie des pouvoirs entre les acteurs semble donc jouer un rôle clé dans les pratiques à l'œuvre et dans l'évaluation de la portée de leur éventuelle transformation, l'utilisation du cadre de la théorie de l'acteur-réseau dans cette étude ne permet donc pas de prendre en compte cette dimension dans l'analyse et l'interprétation du cas.

Sur le plan pratique, cette recherche-action présente deux limites principales. Tout d'abord, si la démarche a permis d'expliquer les logiques sous-jacentes à la situation actuelle et de fournir des outils permettant de la transformer, la mise en œuvre concrète de ces changements n'est intervenue qu'en fin de recherche. Par conséquent, l'évaluation de la pertinence des éléments proposés, la mesure de la portée des transformations ou encore l'ajustement des solutions mises en œuvre, n'ont pas pu être suivies dans le temps. De ce fait, les outils développés sont aujourd'hui dans les mains des acteurs de l'Entreprise, sans qu'il n'y ait un suivi d'ensemble par des personnes identifiées. Cette situation limite d'autant la portée potentielle de l'action menée qu'il n'y a toujours pas, à l'heure actuelle, de stratégie clairement définie par les responsables du Programme concernant le pilotage de la gestion des modifications. Si leurs discours soulignent régulièrement la nécessité de faire évoluer les pratiques, leur action concrète dans le processus n'est généralement pas orientée vers cette perspective. Dans ce contexte, la portée des outils développés au cours de cette recherche pourrait s'avérer plus limité que prévu. Par ailleurs, l'étude effectuée n'a pu que succinctement aborder les interdépendances entre les différents types de perturbations auxquels fait face l'Entreprise. Ainsi, la gestion d'événements comme les modifications est étroitement liée au traitement d'autres perturbations telles que les anomalies ou les dérogations. Une action sur l'un de ces types de perturbations a par conséquent nécessairement des implications sur les autres. En particulier, la mise en œuvre d'outils devant permettre d'exercer un filtrage plus contraignant sur les demandes d'évolutions pourrait entraîner une augmentation du niveau d'anomalies. La gestion des modifications s'inscrit donc dans un environnement organisationnel dynamique et complexe de production qui n'a pas pu être appréhendé en profondeur au cours de cette recherche.

4. CONCLUSION

S'il est difficile de proposer une généralisation des éléments développés tout au long de cette étude, en raison notamment des caractéristiques spécifiques liées à l'environnement complexe de haute-technologie du terrain de recherche, certains d'entre eux pourraient être utilisés dans d'autres contextes. En effet, dans un environnement économique général où la maîtrise des coûts de production devient de plus en plus importante pour la survie des organisations, l'appréhension des raisons à l'origine des difficultés à faire évoluer des pratiques apparaît comme un élément clé dans la gestion et le pilotage de la production. Dans ce sens, les contributions apportées sur la mise en évidence du rôle des outils de gestion dans la persistance de pratiques héritées de logiques du passé pourraient être mobilisées dans d'autres situations.

Il est tout d'abord possible de généraliser les éléments développés à la catégorie plus large que constituent les PSC. Compte-tenu des similitudes liées à la complexité du produit et de son mode de production, la survenance de situations de décalage temporel entre les pratiques à l'œuvre et les contraintes contextuelles semble inévitable. En particulier, ces secteurs bénéficiant généralement du soutien financier des Etats, le développement de contraintes budgétaires étatiques de plus en plus fortes va entraîner le développement d'objectifs de plus en plus contraignants au sein de ces organisations. Ceux-ci pourraient ainsi remettre en cause les pratiques à l'œuvre et, dans ces situations, l'analyse du rôle des outils de gestion dans le maintien de logiques d'actions antérieures et les éléments développés pour permettre une transformation dans l'organisation pourraient être utilisés. De plus, au-delà de cette extension à la catégorie des PSC, on peut se poser la question d'une application à d'autres domaines.

Dans cette perspective, certaines caractéristiques des PSC apparaissent comme nécessaires à cette généralisation et d'autres non. Ainsi, alors que le caractère quasi-prototype du Système, son coût de revient élevé ou encore le haut degré de technologie employé ont exacerbé la situation, ils n'apparaissent pas comme des éléments absolument indispensables à la perspective et aux conclusions développées. C'est le cas au contraire de la longueur des cycles de vie et du flou entre les phases de développement et de production. En effet, la mise en évidence, dans le cas de l'Entreprise, du rôle des outils de gestion dans le maintien de pratiques héritées de logiques du passé est étroitement liée à la durée de vie importante du Système. Cette caractéristique a fait que l'organisation s'est retrouvée confrontée, au cours du

temps, à des contextes différents. La dynamique de ces derniers a pu ainsi s'opposer à des outils de gestion et à des pratiques qui, eux, avaient une temporalité différente. De plus, l'absence de frontière nette entre les phases de développement et de production, qui s'est notamment traduite par la persistance d'un nombre élevé de modifications sur la définition du Système, a empêché une remise en cause des outils de gestion en place, ainsi que des logiques d'action associées, au moment du passage en production. Dans le même temps, l'environnement et les objectifs de l'organisation ont, eux, été progressivement et profondément modifiés. En prenant en compte ces critères, les contributions apportées par cette recherche pourraient faire l'objet d'une application à des secteurs tels que l'aéronautique, l'industrie de la défense ou encore les systèmes d'informations, qui se caractérisent à la fois par des programmes de long-terme et un cycle de vie où le développement peut déborder sur la phase de production.

BIBLIOGRAPHIE

Adler, P., 1987. *Membership Roles in Field Research*, Newbury Park: Sage Publications.

Agar, M., 1996. *The professional stranger: an informal introduction to ethnography*, San Diego: Academic Press.

Ahrens, T. & Chapman, C., 2002. The structuration of legitimate performance measures and management: day-to-day contests of accountability in a U.K. restaurant. *Management Accounting Research*, 13, p.151-171.

Ahrens, T. & Chapman, C., 2006. Doing qualitative field research in management accounting: Positioning data to contribute to theory. *Accounting, Organizations and Society*, 31, p.819-841.

Ahrens, T. & Chapman, C., 2007. Management accounting as practice. *Accounting, Organizations and Society*, 32, p.1-27.

Akrich, M., Callon, M. & Latour, B., 1988. A quoi tient le succès des innovations ? 1. L'art de l'intéressement. Dans *Gérer et comprendre (sous la direction de Jean-Claude Moisdon)*. Annales des Mines, p. 4-17.

Alcouffe, S., Berland, N. & Levant, Y., 2008. Actor-networks and the diffusion of management accounting innovations: A comparative study. *Management Accounting Research*, 19, p.1-17.

Andon, P., Baxter, J. & Chua, W., 2007. Accounting change as relational drifting: A field study of experiments with performance measurement. *Management Accounting Research*, 18, p.273-308.

Armstrong, N., Lovell, J. & Cernan, G., 2011. Is Obama grounding JFK's space legacy? *USA Today*.

Armstrong, P., 1987. The rise of accounting controls in British capitalist enterprises. *Accounting, Organizations and Society*, 12, p.415-436.

Arnold, P., 1998. The limits of postmodernism in accounting history: the Decatur experience. *Accounting, Organizations and Society*, 23, p.665-684.

Association Nationale Recherche Technologie, 2011. Présentation CIFRE. Disponible à : http://www.anrt.asso.fr/fr/espace_cifre/accueil.jsp.

Bailly, M., 2003. Politiques structurelles d'innovation et stratégies d'entreprises : les nouvelles technologies militaires américaines. Dans *L'Innovation Orchestrée - Risque et Organisation*. Paris: L'Harmattan, p. 89-109.

Banbury, J. & Nahapiet, J., 1979. Towards a framework for the study of the antecedents and consequences of information systems in organizations. *Accounting, Organizations and Society*, 4, p.163-177.

Baxter, J. & Chua, W., 2003. Alternative management accounting research - whence and whither. *Accounting, Organizations and Society*, 28, p.97-126.

Belleval, C., 2001. *Le Pilotage des Grands Projets de Haute Technologie dans une Organisation Centrée sur ses Compétences de Base - Le Cas des Programmes Spatiaux - Application à la Ligne de Produits Microsatellites 'Myriade' du CNES*. Strasbourg: Université de Strasbourg.

Belleval, C., 2002. Faster Conception of Radically Innovative Systems: the Strategic and Organizational Challenge for Space Agencies. *The Journal of Space Policy*, 18, p.215-219.

Belleval, C., 2004. Adaptation au secteur spatial d'une méthode de gestion prévisionnelle de projets issue de l'ingénierie du BTP. *Conférence annuelle de l'Association Francophone de Comptabilité*.

Belleval, C., 2005a. Un modèle de gestion prévisionnelle de Grands Projets de Haute Technologie pilotés en "coût objectif". *Comptabilité Contrôle Audit*, 11, p.79-96.

Belleval, C., 2005b. L'Arbitrage Modularité - Intégration au Sein des Grands Projets de Haute Technologie. *Conférence annuelle de l'Association Internationale de Management Stratégique*.

Belleval, C., 2008. Fiche de présentation du travail de recherche.

Bitton, M. & Doumeingts, G., 1990. Conception de systèmes de mesure de performances : la méthode ECOGRAI. Dans *Gestion industrielle et mesure économique (ECOSIP)*. Paris: Economica, p. 251-274.

Boland, R., 1979. Control, causality and information system requirements. *Accounting, Organizations and Society*, 4, p.259-272.

Boland, R., 1981. A study in system design: Charles Churchman and Chris Argyris. *Accounting, Organizations and Society*, 6, p.109-118.

Boland, R. & Pondy, L., 1983. Accounting in organizations: a union of natural and rational perspectives. *Accounting, Organizations and Society*, 8, p.223-234.

Bouquin, H., 2011. *Comptabilité de Gestion* 6 éd., Paris: Economica.

Briers, M. & Chua, W., 2001. The role of actor-networks and boundary objects in management accounting change: a field study of an implementation of activity-based costing. *Accounting, Organizations and Society*, 26, p.237-269.

Burchell, S., Clubb, C. & Hopwood, A., 1985. Accounting in its Social Context: Towards a History of Value Added. *Accounting, Organizations and Society*, 10, p.381-414.

Burns, T. & Stalker, G., 1961. *The Management of Innovation*, Londres: Tavistock.

Bush, G.W., 2004. A Renewed Spirit of Discovery - The President's Vision for U.S. Space Exploration.

Callon, M., 1986. Eléments pour une sociologie de la traduction : La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année sociologique*, 36, p.169-208.

Carruthers, B., 1995. Accounting, Ambiguity, and the New Institutionalism. *Accounting, Organizations and Society*, 20, p.313-328.

Chapman, C.S., 1998. Accountants in organisational networks. *Accounting, Organizations and Society*, 23, p.737-766.

Charreire, S. & Durieux, F., 2007. Explorer et tester. Dans *Méthodes de recherche en management (Raymond-Alain Thiétart)*. Paris: Dunod, p. 57-80.

Chef d'Atelier, 2009. Entretien individuel.

Chua, W., 1995. Experts, networks and inscriptions in the fabrication of accounting images: a story of the representation of three public hospitals. *Accounting, Organizations and Society*, 20, p.111-145.

Clerc, P., 2006. *European Approach of Space Services Market Economic and Legal aspects*, Strasbourg: International Space University.

Client A, 2007. Dossier d'Utilisation en Opération : Le Client A, ses relations avec le Client B et le Client C.

Client A, 2010. Client A : carte d'identité.

Client A & Client C, 2000. Spécification de Management : Gestion de la Configuration.

Client B, 2005a. Le Système et l'industrie.

Client B, 2005b. System strategy.

Client B, 2010. Le Client B : faits et chiffres clés.

Client C, 2005. La préparation de la phase de production pendant le développement.

Client C, 2010a. Qui fait quoi sur le Système ?

Client C, 2010b. L'historique du Système.

Client C, 2010c. Le Système en quelques chiffres.

Client C, 2010d. Histoire du Système.

Client C, 2010e. Le Client C en bref.

CNES, 2010a. Les 5 thèmes d'applications.

CNES, 2010b. Histoire du Système.

CNES, 2010c. Principes et caractéristiques techniques.

Cohen, 2001. *Dictionnaire de Gestion,* Paris: La Découverte.

Cohen, M., March, J. & Olsen, J., 1972. A garbage can model of organizational choice. *Administrative Science Quarterly*, 17, p.1-25.

Cohendet & Llerena, P., 1992. Technological diversity and coherence in Europe : an analytical overview. *Revue d'Economie Industrielle,* 59, p.9-26.

Cohendet, P. & Lebeau, A., 1987. *Choix stratégiques et grands programmes civils* Economica., Paris.

Comité de Pilotage, 2008a. CP n°1 (18 janvier 2008).

Comité de Pilotage, 2008b. CP n°2 (19 février 2008).

Comité de Pilotage, 2008c. CP n°3 (21 mai 2008).

Comité de Pilotage, 2008d. CP n°4 (23 juillet 2008).

Comité de Pilotage, 2008e. CP n°5 (26 novembre 2008).

Comité de Pilotage, 2009a. CP n°6 (30 avril 2009).

Comité de Pilotage, 2009b. CP n°7 (24 novembre 2009).

Comité de Pilotage, 2010a. CP n°8 (15 février 2010).

Comité de Pilotage, 2010b. CP n°9 (25 octobre 2010).

Comité de Pilotage, 2011a. CP n°10 (23 février 2011).

Comité de Pilotage, 2011b. CP n°11 (13 septembre 2011).

Comité de Pilotage, 2012. CP n°12 (13 janvier 2012).

Conseil de l'Union Européenne & Conseil de l'ESA, 2007. *Résolution relative à la Politique Spatiale Européenne*, Bruxelles: Secrétariat général du Conseil.

Contrôleur 1, 2008. Entretien individuel.

Contrôleur 1, 2009. Entretien individuel.

Contrôleur 2, 2009. Reflexion Meeting on the Commission.

Contrôleur 3, 2009. Entretien individuel.

Contrôleur 4, 2010a. Improvements' Opportunities for Modifications' Management.

Contrôleur 4, 2010b. Entretien individuel.

Contrôleur 5, 2010. Entretien individuel.

Cooper, D., 1983. Tidiness, muddle and things: commonalities and divergences in two approaches to management accounting research. *Accounting, Organizations and Society*, 8, p.269-286.

Cooper, D., Hayes, D. & Wolf, F., 1981. Accounting in organized anarchies: understanding and designing accounting systems in ambiguous situations. *Accounting, Organizations and Society*, 6, p.175-191.

Coutu, D., 2003. Sense and Reliability: A Conversation with Celebrated Psychologist Karl E. Weick. *Harvard Business Review*, 81, p.84-90.

Covaleski, M. & Dirsmith, M., 1983. Budgeting as a mean for control and loose coupling. *Accounting, Organizations and Society*, 8, p.323-340.

Covaleski, M. & Dirsmith, M., 1988. The use of budgetary symbols in the political arena: an historically informed field study. *Accounting, Organizations and Society*, 13, p.1-24.

Covaleski, M. & Dirsmith, M., 1990. Dialectic tension, double reflexivity and the everyday accounting researcher: on using qualitative methods. *Accounting, Organizations and Society*, 15, p.543-573.

Covaleski, M., Dirsmith, M. & Michelman, J., 1993. An institutional theory perspective on the DRG framework, case-mix accounting systems and health-care organizations. *Accounting, Organizations and Society*, 18, p.65-80.

Cyert, R. & March, J., 1963. *A behavioural theory of the firm*, New-York: Prentice-Hall.

David, A., 1996. L'aide à la décision entre outils et organisation. *Entreprise et Histoire*, 13, p.9-26.

David, A., 1998. Outils de gestion et dynamique du changement. *Revue Française de Gestion*, 120, p.44-59.

David, A., 2008. Chapitre 3 - Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion : trois hypothèses revisitées. Dans *Les nouvelles fondations des sciences de gestion (Coordonné par Albert David, Armand Hatchuel et Romain Laufer)*. Paris: Vuibert, p. 83-109.

Davies, A. & Brady, T., 2000. Organisational capabilities and learning in complex product systems: towards repeatable solutions. *Research Policy*, 29, p.931-953.

De Rongé, Y., 2000. Coûts. Dans *Encyclopédie de Comptabilité, Contrôle de Gestion et Audit (sous la direction de Bernard Colasse)*. Paris: Economica, p. 559-575.

De Vaujany, F., 2005. De la pertinence d'une réflexion sur le management des objets et outils de gestion. Dans *De la conception à l'usage : vers un management de l'appropriation des outils de gestion (coordonné par François-Xavier de Vaujany)*. Paris: EMS, p. 19-34.

Dechow, N. & Mouritsen, J., 2005. Enterprise Resource Planning systems, management control and the quest for integration. *Accounting, Organizations and Society*, 30, p.691-733.

Demeestère, R., Lorino, P. & Mottis, N., 2009. *Contrôle de gestion et pilotage de l'entreprise*, Paris: Dunod.

Dent, J., 1991. Accounting and organizational cultures: a field study of the emergence of a new organizational reality. *Accounting, Organizations and Society*, 16, p.705-732.

Dervaux, B. & Coulaud, A., 1986. *Dictionnaire de Management et de Contrôle de Gestion*, Paris: Dunod.

Detchessahar, M. & Journé, B., 2007. Une approche narrative des outils de gestion. *Revue Française de Gestion*, 174, p.77-92.

Dewey, J., 1993. *Logique, la théorie de l'enquête*, Paris: PUF.

DiMaggio, P. & Powell, W., 1991. Introduction. Dans *The new institutionalism in organizational analysis (DiMaggio, P.; Powell, W.)*. Chicago: The University of Chicago Press, p. 1-38.

Diprima, M., 1982. Engineering Change Control and Implementation Considerations. *Production and Inventory Management*, 23, p.80-88.

Dupuy, Y., 2000. Comptabilité de gestion. Dans *Encyclopédie de Comptabilité, Contrôle de Gestion et Audit (sous la direction de Bernard Colasse)*. Paris: Economica, p. 179-192.

Elden, M. & Levin, M., 1991. Cogenerative learning: Bring Participation into Action-Research. Dans *Participatory Action-Research (sous la direction de W. Whyte)*. Newbury Park: Sage Publications, p. 127-142.

Entreprise, 2001. Directive sur la Terminologie.

Entreprise, 2005. Waivers Processing.

Entreprise, 2006. Le Système-A.

Entreprise, 2007a. Modification management process.

Entreprise, 2007b. L'Entreprise : Eléments et chiffres clés.

Entreprise, 2007c. Commission.

Entreprise, 2008a. Traitement des anomalies.

Entreprise, 2008b. System Configuration Management Plan.

Entreprise, 2008c. Mandate for System "Modifications' Killing".

Entreprise, 2008d. Commission n°145.

Entreprise, 2008e. Commission n°150.

Entreprise, 2008f. Commission d'Approbation Client.

Entreprise, 2008g. Commission d'Application des Evolutions.

Entreprise, 2009a. Sessions de la Commission.

Entreprise, 2009b. Reflexion Meeting on the Commission.

Entreprise, 2009c. Production Flow Management on Internal Modifications' Process Roadmap.

Entreprise, 2009d. Production Flow Management Project – Internal Modifications' Process.

Entreprise, 2010a. Improvements' Opportunities for Modifications' Management.

Entreprise, 2010b. Minutes of Meeting - PFM Pilot Project Outcomes & Recommendations.

Entreprise, 2010c. Analysis of Modifications' Status.

Entreprise, 2010d. PFM – Internal Modifications' Process – System Pilot Project.

Entreprise, 2010e. Maturity Criteria for Modifications.

Entreprise, 2010f. Critères de Maturité en Commission.

Entreprise, 2011a. Traitement des anomalies.

Entreprise, 2011b. System Configuration Management Plan.

Entreprise, 2011c. New Modification Form.

ESA, 2005a. System strategy.

ESA, 2005b. Systems and industry.

ESA, 2010. ESA : faits et chiffres clés.

Farrow, J., 2006. *Introduction to Satellite Applications: Civil and Commercial*, Strasbourg: International Space University.

Foucault, M., 1975. *Surveiller et punir - Naissance de la prison*, Paris: Gallimard.

Frigant, V., Kechidi, M. & Talbot, D., 2006. *Les territoires de l'aéronautique - EADS, entre mondialisation et ancrage*, Paris: L'Harmattan.

Gautier, F. & Giard, V., 2000. Vers une meilleure maîtrise des coûts engagés sur le cycle de vie, lors de la conception de produits nouveaux. *Comptabilité Contrôle Audit*, 2, p.43-75.

Gestionnaire de Configuration 1, 2009. Reflexion Meeting on the Commission.

Ghélardi, P., 2007. *Pricing in the Launching Market*, Strasbourg: International Space University.

Ghélardi, P., 2008a. *Main Disturbances Management*, Les Mureaux.

Ghélardi, P., 2008b. *La gestion des anomalies de l'intégration d'un étage du Système*, Les Mureaux.

Ghélardi, P., 2009a. *L'intégration des équipements sur l'étage 553 du Système*, Les Mureaux.

Ghélardi, P., 2009b. *La gestion des modifications dans la production du Système*, Les Mureaux.

Ghélardi, P., 2010. *Logiques de Traduction Concurrentes dans un Réseau : Analyse du cas de la Gestion des Evolutions Techniques au Programme de Production du Système*, Luxembourg: Association Internationale de Management Stratégique.

Ghélardi, P., 2011. *How and Why Piloting Financially a Mainly Technical Object?*, San Antonio: Academy of Management.

Ghélardi, P., 2012. *Réunion de clôture de thèse - Apports pour le Programme de production dans la gestion économique des modifications*, Les Mureaux.

Giard, V., 1988. *Gestion de la Production* 2 éd., Paris: Economica.

Giard, V., 2003. *Gestion de la production et des flux* 3 éd., Paris: Economica.

Giard, V. & Midler, C., 1993. *Pilotages de projet et entreprises - Diversités et convergences*, Paris: Economica.

Giddens, A., 1993. *New Rules of Sociological Method* 2 éd., Cambridge: Polity Press.

Gilbert, P., 1998. *L'instrumentation de gestion : la technologie de gestion science humaine ?*, Paris: Economica.

Girin, J., 1981. Quel paradigme pour la Recherche en Gestion ? *Economie et Société*, 15, p.1871-1889.

Grawitz, M., 2001. *Méthodes des sciences sociales*, Paris: Dalloz.

Greenwood, D. & Levin, M., 2007. *Introduction to Action-Research: Social Research for Social Change* 2 éd., Thousand Oaks: Sage Publications.

Grimand, A., 2006. Chapitre 1 - Introduction : L'appropriation des outils de gestion, entre rationalité instrumentale et construction du sens. Dans *L'appropriation des outils de gestion - Vers de nouvelles perspectives théoriques ? (coordonné par Amaury Grimand)*. Paris: Publications de l'Université de Saint-Etienne, p. 13-27.

Habermars, J., 2005. *La logique des sciences sociales et autres essais*, Paris: PUF.

Hatchuel, A. & Weil, B., 1992. *L'expert et le système. Gestion des savoirs et métamorphose des acteurs dans l'entreprise industrielle*, Paris: Economica.

Hedberg, B. & Jönsson, S., 1978. Designing semi-confusing information systems for organizations in changing environments. *Accounting, Organizations and Society*, 3, p.47-64.

Heller, F., 2004. Action Research and Research Action: a family of methods. Dans *Essential Guide to Qualitative Methods in Organizational Research (sous la direction de Catherine Cassell et Symon Gillian)*. Londres: Sage Publications, p. 349-360.

Hobday, M., 1998. Product complexity, innovation and industrial organisation. *Research Policy*, 26, p.689-710.

Hobday, M., 2000. The project-based organisation: an ideal form for managing complex products and systems? *Research Policy*, 29, p.871-893.

Hobday, M. & Rush, H., 1999. Technology management in Complex Product Systems: Ten Questions Answered. *International Journal of Technology Management*, Special Issue: Emerging Trends in Technology Strategy Development, p.618-638.

Hobday, M., Rush, H. & Tidd, J., 2000. Innovation in complex products and system. *Research Policy*, 29, p.793-804.

Hopper, T. & Armstrong, P., 1991. Cost accounting, controlling labour and the rise of conglomerates. *Accounting, Organizations and Society*, 16, p.47-64.

Hopper, T., Storey, J. & Willmott, H., 1987. Accounting for accounting: towards the development of a dialectical view. *Accounting, Organizations and Society*, 12, p.437-456.

Hopwood, A., 1987. The archaeology of accounting systems. *Accounting, Organizations and Society*, 12, p.207-234.

Hopwood, A., 1989. Organisational contingencies and accounting configurations. Dans *Accounting development - some perspectives : a book in honour of Sven-Eric Johansson (sous la direction de Bo Fridman et Lars Ostman)*. Stockholm: The Economic Research Institute - Stockholm School of Economics, p. 23-44.

Husserl, E., 1946. Die Welt der Lebendigen Gegenwart Und Die Konstitution der Ausserleiblichen Umwelt. *Philosophy and Phenomenological Research*, 6, p.323-343.

Ingénieur 1, 2009. Entretien individuel.

Ingénieur 2, 2009. Reflexion Meeting on the Commission.

Ingénieur 4, 2009a. Entretien individuel.

Ingénieur 4, 2009b. Reflexion Meeting on the Commission.

Jones, T. & Dugdale, D., 2002. The ABC bandwagon and the juggernaut of modernity. *Accounting, Organizations and Society*, 27, p.121-163.

Justesen, L. & Mouritsen, J., 2011. Effects of actor-network theory in accounting research. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 24, p.161-193.

Justin, J., 2004. Proposition d'un cadre conceptuel d'analyse des jeux d'acteurs cristallisés dans et par les outils de contrôle. *Comptabilité Contrôle Audit*, p.213-236.

Kaplan, E. & Hegarty, C., 2005. *Understanding GPS: Principles and Applications* 2 éd., Norwood: Artech House.

Kash, D. & Rycoft, R., 2000. Patterns of innovating complex technologies: a framework for adaptative network strategies. *Research Policy*, 29, p.819-831.

Kaufman, M., 2008. NASA Wary of Relying on Russia - Moscow Soon to Be Lone Carrier of Astronauts to Space Station. *The Washington Post*.

Kechidi, M. & Talbot, D., 2006. L'industrie aéronautique et spatiale : d'une logique d'arsenal à une logique commerciale. Dans *La France industrielle en question*. Paris: La Documentation Française, p. 73-86.

Koenig, G., 1993. Production de la Connaissance et Constitution des Pratiques Organisationnelles. *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, 9, p.4-17.

Koenig, G., 2003. L'organisation dans une perspective interactionniste. Dans *Le sens de l'action (coordonné par Bénédicte Vidaillet)*. Paris: Vuibert, p. 15-34.

Kurunmäki, L. & Miller, P., 2008. Counting the costs: The risks of regulating and accounting for health care provision. *Health, Risk and Society*, 10, p.9-21.

LaPorte, T., 1994. A strawman speaks up: Comments on The Limits of Safety. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 2, p.207-211.

LaPorte, T. & Consolini, P., 1991. Working in Practice but Not in Theory: Theoretical Challenges of "High-Reliability Organizations". *Journal of Public Administration Research and Theory*, p.19-48.

Latour, B., 1991. *Nous n'avons jamais été modernes - Essai d'anthropologie symétrique*, Paris: La Découverte.

Latour, B., 1993a. Le Topofil de Boa-Vista. *Raisons Pratiques*, 4, p.187-216.

Latour, B., 1993b. *Petites leçons de sociologie des sciences*, Paris: La Découverte.

Latour, B., 1995. *La science en action : introduction à la sociologie des sciences*, Paris: Gallimard.

Latour, B., 1999. *Pandora's hope. Essays on the reality of science studies*, Cambridge: Harvard University Press.

Latour, B., 2005. *Reassembling the Social - An Introduction to Actor-Network-Theory*, Oxford: Oxford University Press.

Latour, B. & Woolgar, S., 1979. *Laboratory Life: the Construction of Scientific Facts*, Londres: Sage Publications.

Laughlin, R.C., 1987. Accounting systems in organisational contexts: a case for critical theory. *Accounting, Organizations and Society*, 12, p.479-502.

Law, J. & Hassard, J., 1999. *Actor network theory and after*, Oxford: Blackwell.

Lawrence, P. & Lorsch, J., 1967. *Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration*, Boston: Harvard Business School Press.

Le Moigne, J., 1990a. Epistémologies constructivistes et sciences de l'organisation. Dans *Epistémologies et sciences de gestion (coordonné par Alain-Charles Martinet)*. Paris: Economica, p. 81-140.

Le Moigne, J., 1990b. *La théorie du système général - Théorie de la modélisation* 3 éd., Paris: PUF.

Le Moigne, J., 1995. *Les Epistémologies Constructivistes*, Paris: PUF.

Le Moigne, J., 1999. *La modélisation des systèmes complexes*, Paris: Dunod.

Lewin, K., 1948. *Resolving social conflicts*, New-York: Harper and Row.

Lewin, K., 1951. *Field Theory in Social Science*, New-York: Harper and Row.

Lindblom, C., 1959. The science of muddling through. *Public Administration Review*, 39, p.79-88.

Lindenmoyer, A. & Stone, D., 2010. Status of NASA's commercial cargo and crew transportation initiative. *Acta Astronautica*, 66, p.788-791.

Liu, M., 1997. *Fondements et pratiques de la recherche-action*, Paris: L'Harmattan.

Llewellyn, S. & Northcott, D., 2005. The average hospital. *Accounting, Organizations and Society*, 30, p.555-583.

Logsdon, J., 2006a. *An Overview of US Space Policy*, Strasbourg: International Space University.

Logsdon, J., 2006b. *The United States and International Space Cooperation*, Strasbourg: International Space University.

Logsdon, J., 2011. The U.S. space program's leadership black hole. *The Washington Post*.

Lorino, P., 2002. Vers une théorie pragmatique et sémiotique des outils appliquée aux instruments de gestion. *ESSEC Working Papers*, 15, p.1-23.

Lorino, P., 2005. Contrôle de gestion et mise en intrigue de l'action collective. *Revue Française de Gestion*, 159, p.189-211.

Lorino, P., 2008. Méthodes de recherche en contrôle de gestion : une approche critique. *Finance Contrôle Stratégie*, 11, p.149-175.

Lorino, P., Tricard, B. & Clot, Y., 2011. Research Methods for Non-Representational Approaches to Organizational Complexity: The Dialogical Mediated Inquiry. *Organization Studies*, 32, p.769-802.

Mahé de Boislandelle, H., 1998. *Dictionnaire de Gestion : Vocabulaire, concepts et outils*, Paris: Economica.

Manzione, L., 2002. Multinational investment in the Space Station: An Outer Space Model for International Cooperation. *American University International Law Review*, 18, p.507-535.

March, J. & Olsen, J., 1972. *Ambiguity and choice in organisations*, Oslo: Universitetsforlaget.

Martineau, R., 2009. Les outils de gestion, lieu de rencontre entre théorie et pratique : une revue de littérature. *Cahiers de recherche du CERMAT*, 21, p.1-12.

Martinet, A., 1990. Grandes Questions Epistémologiques et Sciences de Gestion. Dans *Epistémologies et sciences de gestion (coordonné par Alain-Charles Martinet)*. Paris: Economica.

Merchant, K., 1990. The effects of financial controls on data manipulation and management myopia. *Accounting, Organizations and Society*, 15, p.297-313.

Miller, P., 1991. Accounting innovation beyond the enterprise: problematizing investment decisions and programming economic growth in the UK in the 1960s. *Accounting, Organizations and Society*, 16, p.733-762.

Miller, P., 2001. Governing by Numbers: Why Calculative Practices Matter. *Social Research*, 68, p.379-396.

Miller, P. & O'Leary, T., 1987. Accounting and the Construction of the Governable Person. *Accounting, Organizations and Society*, 12, p.235-265.

Miller, P. & O'Leary, T., 1993. Accounting, « economic citizenship » and the spatial recording of manufacture. *Accounting, Organizations and Society*, 19, p.15-43.

Mintzberg, H., 1979. *The Structuring of Organizations*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Mintzberg, H., 1999. *Grandeur et Décadence de la Planification Stratégique*, Paris: Dunod.

Moisdon, J., 1997a. *Du mode d'existence des outils de gestion : Les instruments de gestion à l'épreuve de l'organisation*, Paris: Séli Arslan.

Moisdon, J., 1997b. Introduction générale. Dans *Du mode d'existence des outils de gestion : Les instruments de gestion à l'épreuve de l'organisation (sous la direction de Jean-Claude Moisdon)*. Paris: Séli Arslan, p. 7-44.

Mouritsen, J., 1999. The flexible firm: strategies for a subcontractor management control. *Accounting, Organizations and Society*, 24, p.31-55.

Mouritsen, J. & Bekke, A., 1999. A space for time: accounting and Time Based Management in a high technology company. *Management Accounting Research*, 10, p.159-180.

Mouritsen, J., Hansen, A. & Hansen, C., 2009. Short and long translations: Management accounting calculations and innovation management. *Accounting, Organizations and Society*, 34, p.738-754.

Nahapiet, J., 1988. The rhetoric and reality of an accounting change: a study of resource allocation. *Accounting, Organizations and Society*, 13, p.333-358.

Nardon, L., 2003. Les systèmes spatiaux dans le monde. *Institut Français des Relations Internationales*, Forum de Désarmement, p.35-43.

NASA, 2010. Commercial Crew and Cargo Program : Commercial Orbital Transportation Services. Disponible à : http://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/429622main_FS-2009-006-009-JSC-COTS021710.pdf [Accédé Avril 14, 2011].

NASA, 2011. NASA Extends Crew Flight Contract With Russian Space Agency. Disponible à : http://www.nasa.gov/home/hqnews/2011/mar/HQ_C11-013_Soyuz_Contract.html [Accédé Mars 22, 2012].

NASA, 2012. Commercial Crew and Cargo Program Project. Disponible à : http://www.nasa.gov/offices/c3po/home/cots_project.html [Accédé Mars 22, 2012].

N'Gahane, P. & De Rongé, Y., 1996. *Dictionnaire de Gestion*, Paris: Armand Colin.

Nightingale, P., 2000. The product-process-organisation relationship in complex development projects. *Research Policy*, 29, p.913-930.

OCDE, 2005. *L'espace à l'horizon 2030 : Quel avenir pour les applications spatiales ?*, Paris: Editions OCDE.

OCDE, 2008. *Panorama économique du secteur spatial*, Paris: Editions OCDE.

Ogden, S., 1995. Transforming frameworks of accountability: The case of water privatization. *Accounting, Organizations and Society*, 20, p.193-218.

Pascallon, P. & Dossé, S., 2011. *Espace et Défense*, Paris: L'Harmattan.

Peeters, W., 2006a. *Space Economics*, Strasbourg: International Space University.

Peeters, W., 2006b. *Space Business and Outlook*, Strasbourg: International Space University.

Perez, M., Chalayer-Rouchon, S. & Teyssier, C., 2005. De nouvelles approches pour les outils comptables et financiers : un cadre d'hypothèses.

Perret, V. & Séville, M., 2002. Questions de méthodes en sciences de gestion. Dans *Le problème de validité dans les épistémologies constructivistes, une solution pragmatiste ?* Paris: Dunod, p. 315-333.

Perret, V. & Séville, M., 2007. Fondements Epistémologiques de la Recherche. Dans *Méthodes de recherche en management (Raymond-Alain Thiétart)*. Paris: Dunod, p. 13-33.

Perrow, C., 1999a. Organizing to Reduce the Vulnerabilities of Complexity. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 7, p.150-155.

Perrow, C., 1999b. *Normal accidents: living with high-risk technologies - with a new afterword and a postscript on the Y2K problem*, Princeton: Princeton University Press.

Pfeffer, J., 1981. *Power in organisations*, Marshfield: Pitman Publishing.

Plane, J., 1999. Considérations sur l'approche éthnométhodologique des organisations. *Revue Française de Gestion*, 123, p.44-53.

Preston, A., 1992. The birth of clinical accounting: a study of the emergence and transformations of disclosures on costs and practices of accounting in US hospitals. *Accounting, Organizations and Society*, 17, p.63-100.

Preston, A., Cooper, D. & Coombs, R., 1992. Fabricating budgets: a study of the production of management budgeting in the National Health Service. *Accounting, Organizations and Society*, 17, p.561-593.

Quattrone, P. & Hopper, T., 2001. What does organizational change mean? Speculations on a taken for granted category. *Management Accounting Research*, 12, p.561-593.

Quattrone, P. & Hopper, T., 2005. A "time-space odyssey": management control systems in two multinational organisations. *Accounting, Organizations and Society*, 30, p.735-764.

Rapoport, R., 1970. Three dilemmas of Action Research. *Human Relations*, 23, p.499-513.

Reason, P. & Bradbury, H., 2006. *Handbook of Action Research* 2 éd., Londres: Sage Publications.

Reidelbach, M., 1991. Engineering Change Management for long-lead-time production environments. *Production and Inventory Management*, 32, p.84-88.

Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a. Entretien individuel.

Responsable de la Gestion de Configuration, 2009b. Reflexion Meeting on the Commission.

Responsable de la Gestion de Configuration, 2010. Entretien individuel.

Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008. Entretien individuel.

Responsable Programme 1, 2009. Reflexion Meeting on the Commission.

Responsable Programme 1, 2010. Improvements' Opportunities for Modifications' Management.

Responsable Programme 1, 2011a. Management des modifications sur le Système.

Responsable Programme 1, 2011b. Entretien individuel.

Responsable Programme 2, 2009a. Entretien individuel.

Responsable Programme 2, 2009b. Reflexion Meeting on the Commission.

Responsable Programme 3, 2009. Reflexion Meeting on the Commission.

Responsable Programme 3, 2010a. Improvements' Opportunities for Modifications' Management.

Responsable Programme 3, 2010b. Modifications' Cost Evaluation.

Responsable Programme 4, 2009. Entretien individuel.

Responsable Programme 5, 2010. Improvements' Opportunities for Modifications' Management.

Responsable Qualité, 2009. Reflexion Meeting on the Commission.

Responsable Qualité, 2010. Improvements' Opportunities for Modifications' Management.

Revol, H., 2001. *Rapport sur la Politique Spatiale Française : Bilan et Perspectives*, Paris: Office Parlementaire d'Evaluation des choix Scientifiques et Technologiques.

Roberts, J. & Scapens, R., 1985. Accounting systems and systems of accountability: understanding accounting practices in their organisational context. *Accounting, Organizations and Society*, 10, p.443-456.

Robson, K., 1991. On the arenas of accounting change: the process of translation. *Accounting, Organizations and Society*, 16, p.547-570.

Robson, K., 1992. Accounting numbers as "inscription": action at a distance and the development of accounting. *Accounting, Organizations and Society*, 17, p.685-708.

Rojot, J., 2000. La théorie de la structuration chez Anthony Giddens. Dans *Structuration et Management des Organisations : Gestion de l'action et du changement dans les entreprises (sous la direction de David Autissier et Frédéric Wacheux)*. Paris: L'Harmattan, p. 47-57.

Saeed, B., Bowen, D. & Sohoni, V., 1993. Avoiding Engineering Changes Through Focused Manufacturing Knowledge. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 40, p.54-59.

Schatzki, T., 2005. Peripheral Vision: The Sites of Organizations. *Organization Studies*, 26, p.465-484.

Sourbes-Verger, I., 2002. Mythes et réalités de l'espace militaire. *Hermès (CNRS)*, 34, p.169-182.

Star, S. & Griesemer, J., 1989. Institutional Ecology, « Translations » and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. *Social Studies of Science*, 19, p.387-420.

Stone, D. et al., 2008. NASA's approach to commercial cargo and crew transportation. *Acta Astronautica*, 63, p.192-197.

Strauss, A., 1987. *Qualitative Research for Social Scientist*, New-York: Cambridge University Press.

Talbot, D., 2007. EADS, une transition inachevée - Une lecture par les catégories de la proximité. *Cahiers du GRES*, 11, p.1-14.

Thiétart, R., 2001. Management et complexité : concepts et théories. Dans *Stratégies : actualité et futurs de la recherche*. Paris: Vuibert, p. 361-375.

Tolyarenko, N., 2006a. *History of Space Activities: Overview*, Strasbourg: International Space University.

Tolyarenko, N., 2006b. *Introduction to Military Space Applications*, Strasbourg: International Space University.

Tolyarenko, N., 2006c. *Space versus Other Means of Communications*, Strasbourg: International Space University.

Tomkins, C. & Groves, R., 1983. The everyday accountant and researching his reality. *Accounting, Organizations and Society*, 8, p.361-374.

Usunier, J., Easterby-Smith, M. & Thorpe, R., 2000. *Introduction à la recherche en gestion*, Paris: Economica.

Vaivio, J., 1999. Examining "the quantified customer". *Accounting, Organizations and Society*, 24, p.689-715.

Vaughan, D., 1996. *The Challenger launch decision: risky technology, culture, and deviance at NASA*, Chicago: University of Chicago Press.

Vollmer, H., 2007. How to do more with numbers: Elementary stakes, framing, keying, and the three-dimensional character of numerical signs. *Accounting, Organizations and Society*, 32, p.577-600.

Wang, Q. & Von Tunzelmann, N., 2000. Complexity and the functions of the firm: breadth and depth. *Research Policy*, 29, p.805-818.

Weick, K., 1987. Organizational Culture as a Source of High Reliability. *California Management Review*, 29, p.112-127.

Weick, K. & Roberts, K., 1993. Collective Mind in Organizations: Heedful Interrelating on Flight Decks. *Administrative Science Quarterly*, 38, p.357-381.

Weick, K., Sutcliffe, K. & Obstfeld, D., 1999. Organizing for High Reliability: Processes of Collective Mindfulness. *Research in Organizational Behavior*, 21, p.81-123.

Williamson, R., 2006. *Dual-Use / Dual-Purpose of Space Technologies*, Strasbourg: International Space University.

Wright, I., 1997. A review of research into engineering change management: implications for product design. *Design Studies*, 18, p.33-42.

ANNEXES

ANNEXE 1 – Décisions en Commission (2009)..... 300

ANNEXE 2 – Auteurs des modifications autorisées (2009) 301

ANNEXE 3 – L'identification des coûts des modifications..... 302

ANNEXE 4 – Evaluation du temps de travail nécessaire à l'examen de la demande de modification en Commission 303

ANNEXE 5 – Entretiens..... 304

THEME 1 – L'intégration du Système 305
THEME 2 – La gestion de configuration..... 308
THEME 3 – La gestion des modifications et la maîtrise technique du Système ... 311
THEME 4 – Les modifications de groupe 1 et de groupe 2..... 313
THEME 5 – Le niveau des modifications internes à l'Entreprise 315
THEME 6 – Les justifications des demandes de modifications 317
THEME 7 – La place des modifications liées au traitement des anomaliées 320
THEME 8 – Le filtrage des demandes de modifications..... 322
THEME 9 – La nécessité et l'utilité des modifications 325
THEME 10 – La prise de décision en Commission..... 328
THEME 11 – Les coûts des modifications 330
THEME 12 – La « modification sans coût »..... 333

ANNEXE 1 : DECISIONS EN COMMISSION (2009)

Décision LMB		
Autorisé et prêt pour présentation au client (G1) *Autorisé mais pas prêt pour présentation au client (G1)* *Autorisé pour instruction (G2)* *Déclassement (G3)*	55-65%	Autorisation
Pas de décision supplémentaire *Pas d'impact* *Ajourné* *Non présenté* *Supprimé de l'agenda*	30-40%	A représenter en Commission
Annulé	< 2%	Annulation
Refusé	< 2%	Refus
Total	**100%**	

ANNEXE 2 : AUTEURS DES MODIFICATIONS AUTORISEES (2009)

Auteur	Famille Demandeur	Total
ENTREPRISE	Etage 1 Etage 2 Etage 3 Etage 4 Etage 5 Etage 6 Etage 7	
Total ENTREPRISE		25-35 %
CLIENTS	Client A Client C	
Total CLIENTS		5-15 %
SOUS-TRAITANTS	Sous-traitant 1 Sous-traitant 2 Sous-traitant 3 Sous-traitant 4 Sous-traitant 5 Sous-traitant 6 Sous-traitant 7 Sous-traitant 8	
Total SOUS-TRAITANTS		55-65 %
Total		100%

ANNEXE 3 : L'IDENTIFICATION DES COÛTS DES MODIFICATIONS

Identification des coûts	Total
Modifications avec coûts identifiés	20-40%
Modifications sans coûts identifiés	60-80 %
Total	**100%**

ANNEXE 4 : EVALUATION DU TEMPS DE TRAVAIL NECESSAIRE A L'EXAMEN DE LA DEMANDE DE MODIFICATION EN COMMISSION

TEMPS DE PREPARATION D'UNE SEANCE DE LA COMMISSION (heures)	**2,6**	*Egal au temps d'examen en Commission*
TEMPS D'EXAMEN EN COMMISSION (heures)	**2,6**	*Temps de présence des personnes en Commission pour l'examen d'une demande jusqu'à son autorisation*
Durée de la séance (heures)	4	
Nombre de modifications examinées en Commission par séance	20	
Nombre de personnes présentes en Commission (100 % du temps)	5	*Moyennes observées*
Nombre de personnes présentes en Commission (25 % du temps)	15	
Nombre de passage en Commission d'une proposition avec son autorisation	1,5	
TEMPS TOTAL DE GESTION ADMINISTRATIVE EN COMMISSION (heures)	**5,25**	*Temps total de préparation et d'examen d'une demande de modification en Commission*

ANNEXES 5 : ENTRETIENS

THEME 1 – L'intégration du Système 305

THEME 2 – La gestion de configuration 308

THEME 3 – La gestion des modifications et la maîtrise technique du Système 311

THEME 4 – Les modifications de groupe 1 et de groupe 2 313

THEME 5 – Le niveau des modifications internes à l'Entreprise 315

THEME 6 – Les justifications des demandes de modifications 317

THEME 7 – La place des modifications liées au traitement d'anomalies 320

THEME 8 – Le filtrage des demandes de modifications 322

THEME 9 – La prise de décision en Commission 325

THEME 10 – La nécessité et l'utilité des modifications 328

THEME 11 – La Commission et la traçabilité des coûts des modifications 330

THEME 12 – Le coût « normal » des évolutions et la « modification sans coût » 333

THEME 1 : L'INTEGRATION DU SYSTEME

L'intégration regroupe à la fois l'assemblage des différents équipements et étages, leur intégration dans nos bâtiments d'intégration et leur test avant leur envoi au client. (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008)

L'équipe d'intégration de notre site est chargée de produire l'étage principal du Système. Cette même équipe est ensuite chargée de la préparation finale du Système sur son site d'exploitation. Le cycle d'intégration de cet étage dure entre 6 et 10 mois. Il s'effectue à travers des centaines de procédures sur la mécanique, l'électrique et les fluides avant l'inspection finale. Plusieurs postes de travail existent en fonction des parties intégrées et de l'état d'avancement de l'intégration. (Chef d'Atelier, 2009)

L'activité globale d'intégration représente aujourd'hui quelques dizaines de personnes pour l'étage principal. Les techniciens de chaque activité spécifique sont encadrés à leur niveau par un ou plusieurs ingénieurs. Pour l'Atelier, l'ingénieur-chef ou Chef d'Atelier est assisté par des maîtrises qui encadrent directement les opérateurs dans leur travail quotidien. Il existe également un niveau d'encadrement supérieur avec des experts et coordinateurs pour la partie technique, mais aussi des responsables de modules d'activité qui pilotent l'activité économique. (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008)

L'équipe d'intégration regroupe une cinquantaine de personnes. Celle-ci est encadrée par quatre agents de maîtrise qui suivent la progression de l'intégration à travers des « *daily meetings* » tenus chaque jour. L'ensemble des activités est par ailleurs recensée par informatique où les heures de travail sont pointées par les opérateurs pour chaque procédure effectuée. (Chef d'Atelier, 2009)

L'intégration est effectuée par des opérateurs ayant une formation mécanique, électrique ou sur les fluides. Le métier d'opérateur est ensuite assujetti à sa qualification pour le Système. […] Dès son entrée dans l'équipe, l'opérateur suivra une formation par compagnonnage avec un opérateur déjà en place. Le compagnonnage est une méthode de transmission des savoirs et des savoirs-faires aux nouveaux opérateurs. Les compagnons-tuteurs sont choisis parmi les « *leaders* » au sein des opérateurs et la formation qu'ils donnent peut durer jusqu'à 6 mois. La

réussite aux tests, aux entretiens et la participation à une sensibilisation sur l'environnement et la sécurité permettront d'obtenir un certain degré de qualification. Cette qualification est valable pour un certain nombre de tâches dans les procédures, mais la qualification initiale peut être étendue à d'autres activités par la suite. Cela se fait bien sûr par une procédure similaire de qualification. […] Au-delà de la qualification, une certification est nécessaire pour procéder à certaines activités plus sensibles. La certification est un processus par conséquent plus lourd qui nécessite notamment la réalisation, à trois reprises, de l'activité à certifier devant les contrôleurs. (Chef d'Atelier, 2009)

La formation est un élément majeur dans le métier d'intégrateur. Le compagnonnage entre un nouvel opérateur et un opérateur « *leader* » a une grande importance dans la transmission du savoir-faire. Surtout qu'il est de l'intérêt des opérateurs de transmettre leur savoir de manière à éviter des conséquences catastrophiques. En effet, la peur d'un échec majeur est un moteur puissant pour la transmission des informations puisque tous les opérateurs ont conscience qu'un événement de ce type signifierait, au moins pour un temps, l'arrêt de la production. (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008)

Cette formation par compagnonnage est d'autant plus nécessaire que, malgré tous les efforts et améliorations effectués, les procédures d'intégration ne seront jamais parfaites. Il faut donc que les opérateurs comprennent ce qu'ils font et qu'ils prennent en compte l'environnement dans lequel ils le font. Cela ne peut se faire qu'à travers l'accumulation d'expérience qui sera ensuite transmise aux nouveaux opérateurs. (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008)

Toutes les procédures sont actuellement gérées par informatique et chaque opérateur dispose d'une clé USB qui lui sert à « signer » chaque opération qu'il a effectué. Cette gestion par procédures permet un suivi régulier de l'avancement puisqu'un temps est initialement alloué pour chaque procédure. Les centaines de procédures ont été regroupées en dizaines de macro-procédures, ce qui a été une grande avancée pour l'intégration en termes d'affectation des ressources, de préparation des matières et de planning. (Chef d'Atelier, 2009)

De nombreuses perturbations influent sur le plan de production. La première d'entre elles concerne bien sûr les changements dans le plan de production, en fonction des attentes du Programme ou du client mais aussi de la livraison des équipements par nos sous-traitants. Si dans certains domaines nous avons des leviers d'action, par exemple sur l'approvisionnement

qui est sous notre responsabilité, ce n'est pas toujours le cas comme avec les éléments qui nous sont fournis par le Programme. Ici, la moindre perturbation a un impact direct sur notre cycle interne. Il nous faut donc nous adapter continuellement pour répondre et cela perturbe le travail quotidien des opérateurs. (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008)

Nous avons aussi nos propres perturbations avec notamment la survenance d'anomalies. Celles-ci peuvent se manifester suite à des écarts sur les équipements de nos sous-traitants ou à des erreurs des opérateurs lors de l'intégration. Cependant, ce ne sont pas les perturbations engendrées qui sont primordiales ici, mais la remontée d'information de manière à traiter pertinemment le problème. L'état d'esprit encouragé est la remontée systématique de l'information sur les anomalies avec en contrepartie bien sûr l'absence de critique même en cas d'erreur humaine. Au contraire, ce sera l'absence de remontée d'information qui sera mise à l'index. Heureusement il faut reconnaître que nous avons affaire à des gens attentifs et rigoureux qui ne mettront pas en avant les contraintes de planning par rapport à la qualité du produit. Il faut dire qu'en parallèle, le discours du management a toujours été constant et en adéquation avec les décisions prises. (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008)

Enfin, les évolutions dans la définition avec les modifications sont également un facteur important de perturbations. C'est vrai, nous voudrions une stabilité de la définition pour éviter celles-ci, car les modifications entraînent des conséquences sur le terrain pour les opérateurs qui doivent s'adapter et apprendre face à ces nouvelles situations. Mais, d'un autre côté, de façon à optimiser notre méthode de production et à faciliter le travail des opérateurs, nous sommes demandeurs de modifications qui rendront nos processus plus fluides. (Responsable de l'Equipe d'Intégration, 2008)

THEME 2 : LA GESTION DE CONFIGURATION

La gestion de configuration est un outil permettant de montrer qu'on gère ou maîtrise une production qui évolue. C'est du suivi mais aussi du pilotage de ces évolutions. Le suivi des modifications n'est pas une perturbation en soi puisque nous ne sommes pas dans une production en série mais dans une production évolutive. Il faut donc tracer ces changements et cela se fait par les processus de gestion de configuration qui assurent la traçabilité des modifications. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

La gestion de configuration est au cœur du Programme du Système et c'est une caractéristique du fonctionnement du produit et de l'Entreprise. (Responsable Programme 4, 2009)

L'origine de ces modifications peut être très variée puisqu'elles peuvent provenir du client, des autres industriels ou de l'Entreprise. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

Des perturbations interviennent si on ne trace plus les modifications et que, par conséquent, l'information sur les évolutions n'est pas remontée par les circuits traditionnels. On risque à ce moment-là de découvrir tardivement des évolutions qui ont déjà été appliquées. […] Si l'on fixe des objectifs en termes de nombre de modifications, au-delà du manque de traçabilité et de ses risques, il est probable que cela entraîne des détournements par les acteurs comme par exemple avec le regroupement de plusieurs modifications en un seul dossier. Cependant, il faut reconnaître que les principes de base de la gestion de configuration ne sont pas forcément suivis, notamment à cause de la pollution qu'entraîne le volume important de modifications autorisées. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

On peut aussi s'apercevoir que les processus de gestion de configuration sont utilisés pour des demandes qui ne correspondent pas tout à fait à de véritables modifications, comme les évolutions liées à la missionisation du Système. Pour chaque Système, il est en effet nécessaire d'adapter le produit à sa mission spécifique. Or ces évolutions n'ont pas une portée générale et correspondent à une adaptation nécessaire et spécifique du Système à sa mission. Cependant elles sont aujourd'hui traitées à travers le processus de gestion de configuration car c'est que c'est le seul moyen existant pour mettre en œuvre les spécificités liées à la mission. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

La gestion de configuration a deux vocations principales : le soutien de la mise à jour documentaire avec l'intégration des évolutions et, au niveau matériel, le suivi et la remontée de la configuration réalisée c'est-à-dire les caractéristiques techniques du Système qui a été produit. L'objectif final étant ensuite d'obtenir un Système ayant une véritable « carte d'identité », la configuration réalisée, décrite dans le dossier du Système. Il s'agit donc de maîtriser les écarts entre la configuration attendue, décrite dans les différents documents de définition, et celle réalisée, avec la justification et l'acceptation de ces écarts. Aujourd'hui, la configuration du Système n'est pas stabilisée et la gestion de configuration assure donc la maîtrise du produit la preuve étant que, malgré toutes les modifications mises en œuvre, il n'y a pas eu d'erreur majeure lors de l'exploitation du Système. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

Le système actuel est bien rôdé, notamment dans l'appréhension et la compilation de l'expression du besoin, les modifications attendues, et les décisions qui sont prises. […] Malgré tout, le cycle nominal reste important : environ un mois entre chaque commission ce qui fait qu'il faut entre quatre et cinq mois au minimum pour traiter la modification. Cela peut être beaucoup plus en cas de problème technique ou financier. L'application de l'évolution s'effectue ensuite selon le rang d'applicabilité qui a été défini dans les commissions. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

L'instance de la Commission est la plus-value du « *prime* ». Elle définit notamment le groupe de la modification selon le niveau d'impact technique. C'est ensuite la Commission qui décide de l'autorisation ou non de la demande de modification au niveau de l'Entreprise, c'est donc un rôle clé dans le processus de gestion de configuration. Cependant, il peut y avoir une mauvaise utilisation de cette procédure puisque ce choix peut également être lié au fait de demander ou non l'autorisation du client. Les modifications du groupe 2 ne sont en effet pas soumises, comme celle du groupe 1, à l'approbation formelle de celui-ci. Dans ce cas, il y a simplement transmission de la demande au client pour information. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

La gestion de configuration est gérée directement dans un logiciel qui recense la documentation du Système et les évolutions qui y sont apportées. Ce logiciel regroupe

également les décisions prises dans les commissions, les actions effectuées, les demandes d'avis et les commentaires faits. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009a)

Aujourd'hui il n'existe pas deux Systèmes identiques puisqu'on applique de nombreuses modifications entre chaque Système. C'est le type d'activité et de production qui veut ça. En fait, c'est intrinsèque au Système et on ne peut pas le changer. On a donc des processus qui sont définis et dont le but est de gérer au mieux l'instruction et l'application des modifications. Il nous faut absolument tracer les évolutions et leurs conséquences pour maintenir une certaine maîtrise technique du produit. Le processus actuel fait qu'il faut tout tracer et, de fait, cette situation force à faire des modifications. C'est le côté pervers du système. (Responsable Programme 2, 2009a)

Le processus de gestion de configuration actuel est un héritage de celui mis en place par le Client C quand il était maître d'œuvre du Système. Au départ avec le Client C, c'était l'esprit développement qui primait et la production n'était que secondaire et assimilée à une prolongation du développement. Or, nous avons donc plus ou moins le même processus de décision, ce qui peut expliquer la situation actuelle au-delà du fait que nous ne soyons pas dans une production traditionnelle. Mais nous avons quand même rajouté quelques éléments. Par exemple, pour la Commission, qui est la transposition industrielle du rôle de *prime* qu'avait le Client C avant, nous avons renforcé son rôle avec la notion de rang d'introduction (pour perturber le moins possible la production) et le choix entre les groupes (1, 2 et 3) selon l'impact de l'évolution. (Responsable Programme 1, 2011)

THEME 3 : LA GESTION DES MODIFICATIONS ET LA MAÎTRISE TECHNIQUE DU SYSTEME

La gestion de configuration permet de tracer les évolutions et les impacts qu'elles impliquent. Or, on a un problème de processus pour l'identification de l'ensemble des impacts de la demande. On envoie des e-mails à l'ensemble des responsables pour avoir leur avis sur un impact potentiel dans leur périmètre avec cette modification. C'est utilisé de manière extensive de manière à bien vérifier qu'on a oublié personne, mais cela engendre une situation où les boîtes aux lettres sont blindées et donc où les demandes d'avis ne sont pas vues par les personnes qui sont consultées. On n'est donc pas tout à fait sûr de ne pas rater quelque chose. (Ingénieur 4, 2009a)

Pour le Programme, la gestion de configuration est un outil essentiel pour la maîtrise du produit. En effet, on touche là à un produit qui fonctionne donc le modifier peut être quelque chose de dangereux et en cela les modifications sont des prises de risques pour la société. Il faut donc bien évaluer et maîtriser l'ensemble des impacts possibles. Dans ce sens, l'examen d'une demande d'évolution est une analyse de risque, risque à faire mais aussi risque à ne pas faire, et un acte de management. (Responsable Programme 1, 2011)

En traçant les évolutions, on montre à nos clients que l'on maîtrise la définition du produit au niveau de la maîtrise d'œuvre et c'est dans ce sens que les processus sont orientés vers le client et vers la vision du client. […] Il faut cependant noter que chaque industriel est responsable de sa propre gestion de configuration à son niveau de responsabilité, tout comme notre Centre de Compétences qui a sa propre gestion de configuration au niveau de ses activités. Ce principe de subsidiarité fait que nous n'avons une visibilité qu'au niveau de la maîtrise d'œuvre, c'est-à-dire quand il y a un certain niveau d'impact sur le produit. (Responsable Programme 1, 2011)

Il faut aussi bien avoir en tête qu'une modification est une prise de risque pour la société. Les conséquences d'une modification mal préparée ou mal appliquée peuvent avoir des impacts néfastes. C'est pourquoi les justifications à l'origine de la demande doivent être claires pour éviter de prendre des risques pour rien. (Ingénieur 4, 2009a)

Ce n’est que la partie émergée de l’iceberg. Il ne faut pas se leurrer sur la maîtrise qu’on a. En-dessous, il y a les évolutions traitées en interne au niveau du Centre de Compétences et qui ne sont pas remontées à cause de leur faible impact technique. Il faut peut-être aller vers une méthode à ce niveau pour les modifications de groupe 2. (Responsable Programme 1, 2009)

THEME 4 : LES MODIFICATIONS DE GROUPE 1 ET DE GROUPE 2

Il faudrait séparer les modifications de groupe 1 et de groupe 2. Il ne s'agit pas de la même gestion. Le management des modifications de groupe 2 est avant tout un problème local qui par conséquent ne devrait pas traîner. C'est typiquement un problème de volonté, pas de management. On doit faire quelque chose de « plus propre », avec moins de dérogations. Le management des modifications de groupe 1 est lourd par principe. Il est complexe dans son management. Les leviers d'action sont donc différents. (Responsable Programme 1, 2009)

Il y a aussi un problème de classification groupe 1 / groupe 2. Leur utilisation dépend du sous-traitant et cela pose problème quand il y a négociation avec le client B, qui n'accepte que de discuter du financement des obsolescences au niveau de modifications de groupe 1. (Ingénieur 4, 2009b)

On pourrait déclasser systématiquement en groupe 2, mais le client pourrait ne pas être d'accord. La classification actuelle n'est pas saine. Les vraies modifications de groupe 1, ce sont celles qui devraient impacter la finalité et les performances du Système. On peut imaginer de proposer comme groupe 1 seulement les modifications changeant la mission du Système. Les modifications de groupe 2 actuelles seraient traitées par le sous-traitant et l'Entreprise assurerait un traitement intermédiaire. (Responsable Programme 1, 2009)

Il faudrait créer d'autres groupes. Il y a ambigüité aujourd'hui, on n'a pas assez de groupes. (Ingénieur 2, 2009)

Le problème n'est pas que technique, il est aussi contractuel. (Responsable Programme 2, 2009b)

Il faut regarder ce qu'il se passe sur les autres systèmes que l'Entreprise produit. On a des *Change A* où le client modifie le cahier des charges et cela entraîne des négociations. Et les *Change B*, internes, où c'est le *prime* qui traite et fait ce qu'il veut dans les limites des obligations de la gestion de configuration et c'est bien sûr gratuit pour le client. Il faut en tout cas repenser à la notion de modifications de groupe 1 par rapport aux questions internes. On

n’est pas formaté pour ça donc on y a pas réfléchi. Et puis on est *prime* depuis pas longtemps. (Responsable Programme 1, 2009)

Le problème, c’est que le client veut prendre le maximum de responsabilités. On voit la même chose pour les dérogations. (Responsable Programme 2, 2009b)

C’est le système qui le permet car il y a un flou autour des catégorisations. (Gestionnaire de Configuration 1, 2009)

THEME 5 : LE NIVEAU DES MODIFICATIONS INTERNES A L'ENTREPRISE

La question du management c'est pourquoi il y a tant de modifications ? Est-ce dû au client ? Et bien on voit que non. (Responsable Qualité, 2009)

Les changements concernent beaucoup de demandes internes. (Responsable Programme 3, 2009)

Les modifications de groupe 2 c'est l'emprise prise par le Programme. On n'accepte pas la décentralisation de ce pouvoir. (Responsable Qualité, 2009)

C'est plus subtil qu'il n'y paraît. La gestion de configuration a toujours marché comme ça sur le Système. (Responsable Programme 1, 2009)

L'amélioration des processus peut quand même faciliter la situation. (Responsable Programme 3, 2009)

La problématique de la gestion de configuration s'est posée dès le début de la phase de production puisque le produit n'avait pas encore réellement achevé son développement. On subit d'ailleurs encore aujourd'hui des reliquats du développement dans la production. Ce qui fait que le produit est toujours en développement, malgré une cadence de production qui s'accélère, et cela explique une partie du flux continu de modifications. (Contrôleur 1, 2008)

Déjà, il faut souligner qu'on est à l'origine d'une part importante de modifications. La part des clients n'est pas si importante que cela et, si ce sont les sous-traitants qui rédigent plus de la moitié des demandes, il faut rappeler que ceux-ci sont en charge de plus des trois-quarts des activités de production. Vu leur activité sur le Système, cette proportion n'est donc pas choquante. On pourrait donc avoir des leviers d'actions en interne (Contrôleur 1, 2008)

Il y a deux politiques possibles. Soit on tue les demandes à l'origine, c'est-à-dire au moment de leur présentation en Commission et là on peut réduire significativement leur nombre. Soit on continue comme aujourd'hui et on accumule des autorisations d'instruction en sachant pertinemment qu'on va continuer à augmenter nos modifications ouvertes. Et puis, de temps

en temps, on décidera de faire le ménage et on mettra des ressources supplémentaires pour réduire ces modifications ouvertes. C'est cela qu'on a fait, sous la pression du client également, avec le « *Modifications Killing* ». D'ailleurs ce nom est trompeur puisqu'on ne tue pas les modifications, on fait plutôt du « *Modifications Closing* » puisqu'on clôt des dossiers ouverts. Le problème ici, outre les ressources supplémentaires que l'on doit mobiliser et dont le coût est important, c'est qu'on ne règle pas la cause racine du problème qui est à l'entrée du système et on risque donc d'avoir une situation qui se répète dans quelques années. (Contrôleur 1, 2008)

Le Contrôle Programme n'a pas vraiment de visibilité sur ces activités puisque nous sommes peu impliqués en Commission. Il faut reconnaître d'ailleurs que cette absence d'implication est en partie de notre faute, même si historiquement les contrôleurs sont mis de côté dans la gestion de ces instances. (Contrôleur 4, 2010a)

Il faut aussi reconnaître qu'aujourd'hui la Commission est plus une chambre d'enregistrement des demandes qu'un véritable organisme de décision. (Ingénieur 1, 2009)

THEME 6 : LES JUSTIFICATIONS DES DEMANDES DE MODIFICATION

Moi-même je suis parfois perdu dans la justification. (Responsable Programme 1, 2009)

Ce flou est en plus aggravé par le fait que le porteur n'est quand même pas souvent là. (Ingénieur 4, 2009b)

On est beaucoup trop laxiste par rapport à la présence des demandeurs de modifications en Commission. Si elles ne sont pas présentes en Commission, alors elles ne devraient systématiquement pas être étudiées. On perd du temps à essayer de comprendre une situation puisque la personne qui pourrait nous éclairer n'est pas là. (Ingénieur 1, 2009)

Il est vair qu'on n'a pas tous le même engagement sur les modifications. (Responsable Qualité, 2009)

Cela s'est quand même amélioré ces derniers temps, mais on pourrait mieux faire. (Gestionnaire de Configuration 2, 2009)

Les personnes qui ne viennent pas, pour moi c'est anormal, c'est une déresponsabilisation des gens ! (Responsable Programme 2, 2009b)

C'est même choquant. La production c'est justement la gestion des modifications et des dérogations. (Responsable Qualité, 2009)

On a des équipes de gestion de configuration par étages et au niveau système qui sont séparées. Cela nous permet d'aborder les demandes de modifications sous tous les angles. Mais cela a aussi entraîné la perte de la culture de la participation des gens du Programme aux instances de gestion de configuration. Ils sont moins attentifs et moins présents en Commission qu'auparavant. Cela a également été favorisé par le passage au statut de maître d'œuvre puisqu'on est passé de contrats morcelés à des contrats globaux. (Responsable Programme 4, 2009)

Dans l'absolu nous ne sommes pas demandeurs de changements dans la définition. En effet, les modifications ont la plupart du temps des impacts pour l'intégration puisqu'elles perturbent le travail normal de la production. Mais il y a des changements qui sont proposés par les opérateurs sur le terrain et qui sont destinés à améliorer le processus de production. Dans ces situations, nous soutenons et incitons les opérateurs à proposer des modifications et avons intérêt, par exemple pour des améliorations dans les procédures, à voir appliquer ces évolutions. (Chef d'Atelier, 2009)

Au-delà de l'aspect des coûts, on se pose souvent la question du véritable intérêt technique de la modification. C'est vrai qu'on pourrait se dire que le fait d'avoir tant de modifications est un passage obligé dans la production d'un produit comme le Système. Malgré tout, dans une majorité de cas l'intérêt de la modification n'est pas évident et parfois il faut vraiment le chercher. (Contrôleur 1, 2008)

L'importance de bien justifier une demande est cruciale et elle doit déjà se voir dans le titre de la demande de modification. Aujourd'hui les titres sont souvent abscons et à la source d'erreurs. On génère par ce biais du risque pour l'utilisation de la modification. (Responsable Programme 4, 2009)

C'est le porteur de la demande en interne qui doit identifier tous les impacts potentiels. C'est lui aussi qui doit évaluer l'intérêt ou non de faire la modification. Le dossier complet de la demande doit déjà être fourni en Commission et cela inclut notamment la description du contexte de la demande, sa justification avec les documents associés, les références ainsi que les logiques de qualification et de production, ainsi bien sûr que l'évaluation des coûts. (Ingénieur 4, 2009a)

Je pense qu'au-delà des justifications de tel ou tel changement, les modifications sont un moyen pour l'organisation d'entretenir les compétences d'ingénierie. En effet, en l'absence de programmes de développement importants aujourd'hui, il est difficile de retenir nos ingénieurs seulement pour de la production et il est donc compliqué de maintenir nos compétences d'ingénierie. Dans cette situation, l'instruction des modifications est un moyen qui permet de préserver nos compétences. La question ne s'était pas posée auparavant puisque la production de la version précédente a coïncidé avec le développement de la version actuelle du Système. Il n'y a donc pas eu, comme à l'heure actuelle, une phase de transition entre les

deux. Cette coexistence faisait qu'en cas de problèmes sur l'ancienne version, on pouvait utiliser les compétences disponibles sur la nouvelle. Aujourd'hui, il n'y a pas un programme de développement important en-cours et il nous faut malgré tout maintenir nos compétences, tant pour la production actuelle que pour les futurs développements. La gestion des modifications est donc un des moyens qui le permet. (Responsable Programme 2, 2009a)

THEME 7 : LA PLACE DES MODIFICATIONS LIEES AU TRAITEMENT D'ANOMALIES

Le chiffre à retenir c'est le nombre important de modifications d'amélioration de la qualité et de la fiabilité. Cela veut dire qu'on a un Système pas défini. C'est un défaut d'industrialisation. (Responsable Programme 1, 2009)

Là-dedans il faut rajouter les modifications liées aux anomalies. (Responsable Programme 2, 2009b)

Non pour moi celles-ci sont obligatoires. Les anomalies sont intrinsèques à la production du Système et il faut faire des modifications pour les éviter dans le futur. (Responsable Programme 1, 2009)

Non, elles ne sont indispensables que si l'intérêt supérieur par rapport à rester en l'état est démontré. Or cela fait partie de la culture du Système de toujours passer par des modifications, mais on peut également vivre en l'état ou passer par des dérogations. (Responsable Programme 2, 2009b)

Cela montre concrètement qu'on est dans un processus d'amélioration permanente. (Ingénieur 4, 2009b; Responsable Programme 2, 2009a)

Les modifications sont souvent utilisées pour corriger un problème existant. Or d'autres actions correctives que les modifications sont possibles, mais on va systématiquement utiliser la gestion de configuration. C'est par exemple le cas pour le traitement d'anomalies où le choix est de systématiquement faire une modification plutôt que de choisir de vivre en l'état. (Responsable Programme 2, 2009a)

On n'a pas zéro anomalie car le Système n'est pas parfait. Le retour d'expérience et la traçabilité se fait par les modifications. On statue sur la vie en l'état en formalisant par une modification. (Responsable Programme 1, 2009)

On n’est pas forcément obligé de passer par une modification. (Contrôleur 2, 2009; Gestionnaire de Configuration 2, 2009; Ingénieur 2, 2009)

Le balancier est clairement dans l’autre sens actuellement. La vie en l’état n’est pas acceptée. (Responsable Programme 2, 2009b)

Ce n’est pas pertinent. Le flux d’anomalies, dans la philosophie du Système, se traduit par une modification. (Responsable Programme 1, 2009)

Notre objectif est d’avoir une grande traçabilité par rapport aux anomalies et les opérateurs sont incités et formés à notifier une anomalie dès son apparition. La survenance d’une anomalie est donc directement renseignée par les opérateurs dans la procédure au niveau informatique, ce qui bloque la procédure. Seul le contrôle peut ensuite, après analyse, donner l’autorisation aux opérateurs de continuer l’intégration. (Chef d'Atelier, 2009)

On pourrait faire des modifications par rang d’évolution. Cela nous permettrait d’éviter des changements pour chaque Système. Cependant cela augmenterait probablement le nombre d’anomalies. Aujourd’hui on fait un toilettage des anomalies en instruisant des modifications. C’est une question de vases communicants : si on diminue les modifications, on augmente le nombre d’anomalies. (Ingénieur 1, 2009)

THEME 8 : LE FILTRAGE DES DEMANDES DE MODIFICATION

On s'aperçoit que le flux d'entrée ne diminue pas. (Responsable Programme 3, 2010)

On refuse quand même très peu de demandes. (Responsable Qualité, 2010)

Peu de demandes de modifications sont refusées. Cela entretient le système. Précédemment j'ai été avec un chef qui refusait systématiquement les modifications. On en avait donc beaucoup moins, surtout en production. Là on n'a pas une industrialisation suffisante. (Ingénieur 2, 2009)

Ce n'est pas à la gestion de configuration de faire l'analyse de la pertinence de la demande. Cela doit être fait en amont par l'ingénierie qui est alimentée par les modifications et les dérogations. Le problème est de faire avancer le traitement des modifications. Une autre solution pourrait être de les refuser par principe mais on serait les premiers punis vis-à-vis du client. (Responsable Programme 1, 2009)

Sur la question du refus des demandes, on peut avoir une réaction rapide sur l'inutilité d'une démarche. Cependant, quand on se penche ensuite sur la question on se dit que finalement ce n'est pas bête. Très rarement on a une suspicion par rapport à une négligence des personnes sur l'utilité de la demande. Le processus de gestion de configuration est en lui dissuasif par sa longueur et sa lourdeur. On peut penser que c'est un verrou pour empêcher le Système de trop évoluer. (Responsable Programme 4, 2009)

Par contre, il faut souligner que ce processus est aussi utilisé pour gérer et sécuriser les évolutions documentaires qui sont par définition très volatiles. Par exemple, le développement est aujourd'hui principalement un problème documentaire car nous n'avons jamais réussi à régler le problème avant le passage de la gestion de configuration à la phase de production. Aujourd'hui, on a une ceinture de sécurité qui existe pour le documentaire alors que dans cette activité on n'a pas besoin d'un frein comme celui-ci. Cependant, l'intérêt ici est que le processus de gestion de configuration est là et qu'il permet d'éviter que cela se termine en dérogations ou en-dehors du domaine qualifié. (Responsable Programme 4, 2009)

Le monde de la production est, de par son organisation, source d'augmentation de modifications. En réponse à des modifications au niveau du Système, les étagistes vont créer leurs propres modifications, alors qu'on pourrait seulement ajouter une instruction spécifique pour l'étage considéré à la modification système. Une partie importante des modifications est donc générée par les processus même de l'organisation. (Ingénieur 1, 2009)

Concernant les modifications sur la mise à jour documentaire, on peut se demander jusqu'où c'est un laxisme par rapport aux modifications antérieures qui n'ont pas été bien appliquées. Cette situation nous fait gérer des modifications après d'autres modifications qui ont déjà été appliquées. Elles servent donc à régulariser ou à mettre à niveau une situation qui n'est pas claire. (Responsable Programme 4, 2009)

L'auto-entretien est un lieu commun. L'amélioration permanente crée forcément cette entropie. Peut-être qu'on ne s'améliore pas, mais le système, par sa lourdeur, se freine déjà lui-même. Sur la version précédente du Système on était déjà autour de plusieurs centaines de modifications par an en permanence. (Responsable Programme 1, 2009)

De manière générale, la gestion de configuration est un processus lourd et pas forcément efficace. Il est par contre dissuasif. Personne n'ouvre une modification pour le plaisir. Le processus est tellement lourd et c'est tellement compliqué de clore une modification que les personnes qui émettent une demande en ont vraiment besoin. (Ingénieur 1, 2009)

Il y a un filtrage en amont de la présentation du dossier. En effet, les personnes ne prendront pas le temps de travailler sur un dossier s'ils pensent qu'il n'est pas nécessaire. […] Nous avons d'ailleurs fait un exercice il y a quelques temps en reprenant un échantillon de demandes qui avaient été autorisées. Il en est ressorti que très peu de dossiers auraient pu être rejetés. (Responsable de la Gestion de Configuration, 2009b)

Le nombre de modifications ne va pas évoluer significativement dans les prochaines années puisque nous allons devoir gérer les obsolescences du nouveau contrat, les nouvelles vagues d'évolutions consécutives aux spécificités des Systèmes et les adaptations pour de futures missions. Puis il y aura par la suite les obsolescences des contrats suivants et les adaptations les nouvelles versions du Système. Il n'est pas réaliste de supposer qu'une courbe d'expérience sera réalisée, du fait qu'il y aura toujours de nouveaux sujets qui viendront en

addition des modifications nominales supportant la production. En conséquence, une moyenne à long terme de quelques centaines modifications de groupe 1 traitées par an est attendue. Cependant, un filtre important doit être mis en place, déjà en amont de la Commission, pour limiter les modifications au strict minimum. (Responsable Programme 3, 2010)

THEME 9 : LA PRISE DE DECISION EN COMMISSION

Il faut avoir à l'esprit que certaines demandes sont présentées sans que la prise de décision soit possible pour la Commission. Cela renforce une Commission à deux tours : un premier examen et par la suite une décision. Ce n'est pas optimal mais c'est accepté aujourd'hui. (Responsable Programme 1, 2009)

Il y a la question du dossier préliminaire, qui est à un niveau de traitement avant la Commission. La décision de faire la modification se traite ensuite. (Gestionnaire de Configuration 1, 2009)

Concernant la partie économique, il est déjà nécessaire d'avoir tout un ensemble d'éléments pour faire une proposition financière à nos clients. Mais cette information nous sert aussi pour analyser en interne la demande de modification. De manière générale, on pourrait cependant améliorer la relation entre les propositions techniques et financières sur une modification. Aujourd'hui la proposition financière est traitée en parallèle du processus et les négociations sont effectuées à part. On est juste informé ensuite s'il y a eu un accord ou pas. De mon point de vue, cette séparation des propositions techniques et financières est une des causes de ces modifications sans coûts. (Ingénieur 4, 2009a)

De mon point de vue, le problème clé c'est celui de la prise de décision en Commission. Vu le faible nombre de modifications refusées, on peut déjà se demander si la Commission est un vrai organe de décision ou si c'est simplement une gare de triage qui vérifie la conformité et qui distingue entre groupe 1 et groupe 2. Ce problème dans la prise de décision a des conséquences importantes puisque du travail est engagé sans qu'il n'y ait une vraie prise en compte de l'ensemble des aspects nécessaires, dont les coûts. De fait, les décisions prises en Commission peuvent avoir des conséquences économiques importantes et ce sont de vraies décisions d'investissement. (Contrôleur 4, 2010a)

L'action de la Commission est aujourd'hui plus de vérifier la conformité de la demande de modification que d'être un véritable organe de décision. Il est bien-sûr nécessaire de vérifier la conformité de la demande, notamment par rapport aux impacts qu'il peut y avoir à d'autres endroits du Système. Mais l'absence d'une véritable prise de décision pose un problème

surtout que l'on fait face à un nombre important de demandes. En autorisant presque toutes les demandes, on envoie également un signal pervers par rapport aux futures demandes puisque les personnes savent que la Commission acceptera pratiquement toujours leurs propositions. On est donc dans un système qui s'auto-entretient. (Responsable Programme 2, 2009a)

Il faut augmenter le critère pour filtrer un peu plus les demandes. Je ne demande pas qu'on ait zéro modification, mais compte-tenu de l'impact financier qui est loin d'être négligeable, il faut plus filtrer les demandes de modifications. (Responsable Programme 5, 2010)

En dehors de tracer les coûts et de donner un avis économique sur la demande, l'un des objectifs à moyen-terme est en fait de réduire significativement le nombre de modifications autorisées. Il n'est en effet pas normal qu'il y ait encore autant de modifications alors que l'on est dans une situation où la production s'accélère. La raison est que l'on peut considérer que l'impact économique global est assez important vu le nombre de personnes qui travaillent directement ou indirectement à la gestion de configuration. C'est vrai qu'on ne dispose pas de données précises là-dessus, mais on se rend au moins compte qu'on ne maîtrise pas le flux d'entrée et que cela entraîne des retards de traitement importants, ces retards ayant aussi forcément des conséquences économiques. En plus, ces activités sont du travail supplémentaire qui s'ajoute au flux nominal de la production. Au total, l'impact économique global de la gestion des modifications pour le Programme est sans aucun doute significatif. (Contrôleur 1, 2008)

Déjà, il y a encore beaucoup trop de modifications qui sont autorisées si l'on veut considérer que nous sommes dans un processus d'industrialisation. Il nous faut absolument distinguer les modifications obligatoires de celles qui ne le sont pas. Ensuite on pourra dans cette dernière catégorie différencier les modifications où un intérêt a été identifié pour l'Entreprise et là où il n'y en a pas. On pourrait également définir des critères plus précis. Dans les modifications obligatoires, on pourrait distinguer les obligations fortes, par exemple les obligations légales ou de sécurité, et les obligations plus faibles, par exemple les obsolescences ou les obligations contractuelles. De même, pour ce qui n'est pas obligatoire, on pourrait caractériser l'envie de faire la modification : prévision d'un revenu supplémentaire, amélioration du produit … (Contrôleur 3, 2009)

Le problème dans la gestion des modifications est que la question des évolutions du produit n'est pas seulement une problématique technique. Cependant à l'heure actuelle c'est la perspective technique qui est pratiquement la seule utilisée. On a par conséquent un problème de management des modifications. (Responsable Programme 2, 2009a)

Les modifications sont de véritables projets qui doivent avoir un vrai chef de projet qui devra agir en tant que moteur du projet. Pour cela il devrait prendre en compte l'ensemble des aspects des modifications, aussi bien le côté technique que les coûts ou les questions liées à l'application de l'évolution. Or, ce rôle n'est actuellement pas rempli et on analyse finalement que la partie technique de la modification. (Responsable Programme 2, 2009a)

La fin de la mission « *Modifications Killing* » est prévue pour bientôt. Au-delà de leurs objectifs concernant le nombre de dossiers à clore, des conclusions étaient attendues pour que la situation dégradée que nous avons connue ne se reproduise plus dans le futur. Cependant, à l'heure actuelle, la question de l'appréhension des nouvelles modifications reste ouverte puisqu'il n'y a apparemment pas de propositions pour résoudre le problème à ce niveau. On n'a donc aucune garantie que la situation ne se répète pas dans les années à venir. (Contrôleur 4, 2010a)

THEME 10 : LA NECESSITE ET L'UTILITE DES MODIFICATIONS

Le niveau d'améliorations et d'optimisations est étonnant, cela correspond environ à un-tiers des modifications. (Responsable Programme 2, 2009b)

Cela montre que pratiquement les deux-tiers des modifications autorisées sont superflues. (Responsable Qualité, 2009)

C'est la philosophie de la gestion de configuration du Système. Les décisions entourant le produit relèvent de la gestion de configuration. Les modifications sont des actes qualité et elles assurent la traçabilité du produit. (Responsable Programme 1, 2009)

Après, on peut bien sûr relever la part élevée des modifications pour l'amélioration de la qualité. Là, il ne faut pas non plus oublier que le Système, et ce contrairement à d'autres produits complexes, est un produit consommable. Alors que pour d'autres produits complexes un surplus de qualité peut avoir des conséquences positives, par exemple en durée de vie et d'utilisation du produit, on ne peut pas appliquer le même raisonnement à des Systèmes qui sont détruits une fois la mission effectuée. Faire du surplus de qualité sur le Système c'est juste pour le plaisir d'avoir un plus joli produit, mais ça ne sert à rien. (Contrôleur 3, 2009)

Pour les améliorations de performance, les équipes techniques cherchent toujours à faire mieux sur le produit. La problématique de notre culture actuelle dans la société est qu'on ne fait pas ce qui est nécessaire et suffisant. Cela peut en partie s'expliquer par le fait que 40 à 50% des personnes de la production viennent du développement. Ils ont l'habitude de travailler avec des évolutions par la mise en œuvre de modifications. On est beaucoup plus dans une politique de « *nice to have* ». Tout cela fait qu'on s'oriente systématiquement vers la solution qui n'est pas la moins chère, mais ce n'est pas pour ça qu'on fait de la surqualité. (Ingénieur 1, 2009)

Pour les modifications liées à des améliorations de qualité, dans l'absolu les données relevées sur cette catégorie ne sont pas forcément scandaleuses. (Responsable Programme 4, 2009)

Si l’on prend en compte cette analyse, cela veut dire que 80% des modifications sont inutiles pour la production. Je ne suis pas d’accord avec cette affirmation. (Responsable Programme 1, 2010)

On ne parle pas ici d’utilité ou d’inutilité ou non de la modification, mais de ce qui est nécessaire à faire si on veut continuer à produire. Cela ne veut pas dire que 80% sont inutiles mais que celles-ci font suite à un choix de la société et non qu’on est dans l’obligation de faire une modification. (Contrôleur 4, 2010b)

Dans ce cas, il faut déjà rajouter toutes les modifications qui sont là pour traiter des anomalies, on est obligé de les faire et on a intérêt à le faire. Les anomalies sont intrinsèques à la production du Système et il faut faire des modifications pour les éviter dans le futur. (Responsable Programme 1, 2010)

Ce n’est pas ce qui est dit ici. On ne parle pas d’intérêt ou non à traiter une anomalie en faisant une modification. Ce qui veut être dit c’est qu’il y a dans ce cas d’autres possibilités, on est pas obligés de passer par une modification et on peut par exemple décider de vivre en l’état ou de faire une dérogation. L’idée c’est que pour cette catégorie il y a un choix possible, ce qui n’est pas le cas pour les obsolescences ou la missionisation. (Contrôleur 4, 2010b)

THEME 11 : LA COMMISSION ET LA TRACABILITE DES COÛTS DES MODIFICATIONS

Notre rôle est normalement de vérifier l'intérêt économique des demandes, même si c'est quelque chose que nous ne faisons que rarement puisque nous sommes peu présents en Commission. On essaie maintenant de s'impliquer plus mais il y a encore de la marge. (Contrôleur 1, 2008)

La Commission c'est l'interface vers le client. Il faut justifier de l'intérêt, vérifier les conséquences et décider s'il faut remonter ou non au client. Pour les modifications de groupe 2, il y a délégation au Responsable du sous-traitant qui défend les intérêts de ce dernier. Nous n'avons pas de management directe des modifications de groupe 2 puisqu'il y a délégation au Responsable du sous-traitant. Les explications sont faites en *Monthly Progress Review*[45] *(MPR)*, notamment sur l'aspect financier. S'il y a un impact à l'intégration, on nomme un responsable technique interne. Aujourd'hui ce n'est plus géré comme cela en MPR, il y a donc un risque. On est en boucle ouverte actuellement. On engage de l'argent sans qu'il y ait un contrôle en MPR. Ce qui fait qu'on ne vérifie pas le retour sur investissement des modifications faites avec des coûts non récurrents et des économies coûts récurrents. Cependant, on a intérêt à faire des modifications dans le cadre de la mission générale de l'Entreprise, c'est-à-dire en prenant en compte l'intérêt par rapport à une situation globale. Au-delà du jugement de la modification elle-même, on ramène le problème dans ses conséquences par rapport à la livraison du Système. (Responsable Programme 1, 2009)

Aujourd'hui, on ne trace pas les coûts des modifications en MPR. On prend simplement en compte, sans que ce soit *challengé*, les informations validées en Commission. (Contrôleur 2, 2009)

Pourquoi ce n'est pas alors traité en Commission ? (Ingénieur 2, 2009)

La question des coûts ne se traite pas en Commission. Si le client doit financer, il y a matière à discuter mais cela se fera plus tard dans le processus. S'il y a des coûts chez nous, la seule

[45] Réunion de revue mensuelle au niveau Programme sur tous les aspects de la production par étage et sous-traitant.

question qui doit se poser c'est si la modification est nécessaire ou si elle ne l'est pas. Et cela inclut également les demandes venant des sous-traitants puisque nous sommes maître d'œuvre. Il faut faire une distinction claire entre la partie technique et la partie financière. En Commission on traite de la question technique et pas des coûts. Par contre, on peut envisager une réunion financière qui donne un *go* ou un *no go* financier sur les demandes présentées. (Ingénieur 1, 2009)

Et puis en MPR, on a la vision d'ensemble. (Responsable Programme 2, 2009b)

Le processus de la Commission est déjà lourd. On le fait plutôt au niveau Système, pour les sous-traitants c'est plus les Responsables de chaque sous-traitant. (Responsable Programme 1, 2009)

Concernant les demandes des sous-traitants il faut être plus clair. Soit on gagne en coûts récurrents et dans ce cas on peut financer les coûts non récurrents puisque le paiement de ces impacts se fait sur les coûts récurrents gagnés. Soit on ne gagne rien mais on est obligés de le faire et il faut donc discuter des coûts avec le client. (Ingénieur 1, 2009)

Aujourd'hui, on ne peut plus dire que cela ne coûte rien au Programme. Plusieurs dizaines de milliers d'heures ça fait quand même des dizaines de personnes et avec ça on n'a pas encore touché au matériel. Dans cette situation, il n'est pas normal d'avoir autant de modifications sans coût. (Contrôleur 4, 2010b)

Il faut faire attention à propos des modifications gratuites (*NDLR : en référence à la question posée dans une planche présentée : une modification peut-elle être gratuite pour la production ?*). C'est le Contrôle Programme qui vient de nouveau nous embêter avec les coûts. […] Quand on parle de modification gratuite c'est pour le client. Pour moi la question de la traçabilité des coûts passe par le processus des MPR. Maintenant on peut aussi se poser la question des coûts ingénierie engendrés par les modifications. Malgré tout, les impacts économiques potentiels sont peu significatifs par rapport à l'ensemble de la production du Système. (Responsable Programme 1, 2009)

Créer une modification c'est un coût et ça il faut le faire rentrer dans les mentalités. Il faut par conséquent faire un rapport coût / bénéfice à chaque demande. (Responsable Programme 5, 2010)

Il est vrai qu'il n'est quand même pas normal que l'on n'ait pas une évaluation pertinente au niveau de la Commission. (Responsable Qualité, 2010)

Attention, une modification peut avoir un coût à un endroit mais elle peut également entraîner des baisses de coûts à d'autres. Je suis d'accord pour dire que justement on n'a pas une bonne traçabilité mais c'est dans les deux sens. En tout cas, il ne faut pas oublier les aspects bénéfiques, même en termes de coûts, de certaines modifications et cela n'est pas pris en compte dans la majorité des modifications sans coûts. (Responsable Programme 1, 2010)

L'idée est justement de dire que, comme on a rarement une bonne évaluation de nos coûts, il est très difficile de pouvoir procéder à un bon arbitrage coûts / bénéfices pour la société. Et par conséquent on peut prendre des décisions qui ne sont pas les meilleures parce que l'information économique n'est pas la bonne. (Contrôleur 4, 2010b)

THEME 12 : LE COÛT « NORMAL » DES EVOLUTIONS ET LA « MODIFICATION SANS COÛT »

Il est normal pour nous de faire des modifications. C'est le travail du Programme et donc c'est déjà compris la prévision des coûts. On est payé pour faire des modifications. La majorité des conséquences liées à une modification c'est du travail normal pour des personnes chargées de la production d'un système complexe. Si ce n'est du travail normal, alors on augmente les prévisions de coût. (Ingénieur 2, 2009)

Je ne suis pas d'accord. Le travail effectué sur les modifications n'est pas du travail normal pour les ingénieurs. (Contrôleur 2, 2009)

Le Programme n'a pas à payer les gens pour faire des modifications. Contrairement aux anomalies qui sont des perturbations que nous subissons, nous devrions maîtriser les modifications qui sont des perturbations où le plus souvent nous avons la main. Ce sont des événements non nominaux et par principe nos ingénieurs ne sont pas nécessairement payés pour faire des modifications. Les ressources d'ingénierie ne sont pas forcément fixes et doivent être adaptées, au moins en partie, aux besoins de la production. Après, il est vrai que la société doit conserver ses compétences d'ingénierie pour de futurs programmes de développement. Cependant, il est difficile de comprendre pourquoi le coût de ce maintien de compétences, qui se fait notamment à travers la gestion de configuration, est supporté par le Programme de production. (Contrôleur 3, 2009)

Il n'y a pas vraiment de comptabilité analytique sur cette question, c'est par contre ce qui se fait dans les bâtiments d'intégration. (Responsable Programme 1, 2009)

Ce qu'il faudrait faire c'est noter les heures dans les formulaires, vérifier si elles sont prises en compte ou non par le client. Si c'est le cas OK et sinon cela veut dire que cela n'est pas gratuit. (Responsable Programme 2, 2009b)

Les modifications peuvent être au forfait ou pas. Il faut utiliser la finalité de la modification pour forfaitiser. Si l'impact a été prévu il y a deux ans, alors il n'y a pas d'impact sur les

prévisions de coûts. Maintenant, c'est aussi dans le travail des ingénieurs de traiter des modifications. (Responsable Programme 1, 2009)

Afin de baisser les prévisions de coûts, on a exclu les modifications dans certains départements. Dans ce cas, les modifications ne sont pas dans les prévisions de coût et l'acceptation de la demande de modification en Commission est l'élément qui permet d'augmenter les prévisions de coût. (Contrôleur 2, 2009)

Quand on dit au Centre de Compétences que les modifications sont sans coûts en Commission, c'est pour qu'ils n'augmentent pas leurs prévisions de coûts. (Responsable Programme 1, 2009)

Le Centre de compétences demande seulement des hausses de prévisions de coûts quand il y a des demandes de travaux supplémentaires. Quand le problème vient d'eux, ils utilisent leurs marges. (Ingénieur 2, 2009)

D'ailleurs, on peut se poser la question s'il faut tout piloter ou si le Centre de Compétences peut être un peu autonome. C'est la même idée que les *Change A* et *Change B* avec le client. (Responsable Programme 1, 2009)

Le statut de la demande en Commission est un signal pour les Responsables de Modules d'Activités au Centre de Compétences. (Contrôleur 2, 2009)

C'est le bon signal, mais il y a deux avis à émettre. Un pour le client et un en interne. Il faut être plus précis dans les décisions de la Commission et préciser si l'on accepte ou non une hausse des prévisions de coûts. Pour moi ce n'est pas vrai qu'il y a un sentiment que les modifications n'ont pas de coûts. Il y a plutôt un problème qui empêche d'adapter les ressources à une quantité de travail à faire. De plus, on n'a pas de mesure pour augmenter ou diminuer les heures d'ingénierie. (Responsable Programme 1, 2009)

Le traitement des modifications est-il inclus dans le futur contrat ? (Responsable Programme 2, 2009b)

Oui ainsi que les propositions financières, mais pas les instructions. (Responsable Programme 3, 2009)

Il faut quand même être plus clair vis-à-vis des coûts. (Responsable Qualité, 2009)

Les modifications sans coûts n'existent pas et ne devraient pas exister. Il faut préciser clairement les coûts dans le formulaire de demande. (Responsable Programme 2, 2009b)

Il y a un problème de vocabulaire. Pour le futur contrat, on pourrait spécifier sans coûts externes et sans hausse des coûts internes. (Responsable Programme 3, 2009)

Oui je reconnais qu'il y a un problème de *wording*. (Responsable Programme 1, 2009)

Concernant les demandes où on parle de gratuité de la modification, on confond les coûts induits par le changement et le prix qui correspond à ce que l'on vend au client, donc à leurs coûts à eux. Il faut donc faire beaucoup plus attention à notre utilisation du terme coût car cela induit des erreurs dans la perception des impacts économiques pour l'entreprise. (Responsable Programme 4, 2009)

Il faut noter que, dans la plupart des cas, les coûts marginaux des modifications sont peu significatifs par rapport à l'ensemble de la production du Système qui se chiffre en dizaines de millions d'euros. Ce n'est probablement pas la peine de s'investir dessus. […] De plus, comme le type de production fait qu'il y aura toujours des anomalies, des dérogations et des modifications à traiter, on a choisi de mettre en place une équipe au forfait dont le travail est justement de traiter ces perturbations. Il vaut mieux faire cela plutôt que de devoir ajouter des ressources à chaque fois que l'on est confronté à ce problème. […] Cependant il est vrai que nos équipes n'ont pas conscience de leur propre coût de fonctionnement ni de celui de l'administration des modifications. […] Malgré tout, ce qui important à constater n'est pas le fait de ne pas tracer de manière exhaustive le coût individuel des modifications, mais plutôt la difficulté que nous avons rencontrée à chaque fois que nous avons voulu baisser le niveau d'ingénierie dans la production. C'est lié au fait que nous avons trop de modifications à traiter. (Responsable Programme 1, 2011)