

Contribution à la définition de processus contingents en développement de systèmes d'information : proposition d'une démarche orientée identification des problèmes-clés

Virginie Goepp

▶ **To cite this version:**

Virginie Goepp. Contribution à la définition de processus contingents en développement de systèmes d'information : proposition d'une démarche orientée identification des problèmes-clés. Autre. Institut National Polytechnique de Lorraine, 2002. Français. NNT : 2003INPL095N . tel-01749823

HAL Id: tel-01749823
https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01749823

Submitted on 29 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

136035 1452

03INPL0095N

(T) 2003 GOEPP V.

N° d'ordre :

École Doctorale Sciences et Ingénierie des Ressources
Procédés Produits Environnement

THÈSE

Service Commun de la Documentation
INPL
Nancy-Brabois

présentée pour obtenir le grade de

Docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine
Spécialité : Génie des Systèmes Industriels

par

Virginie GOEPP

Contribution à la définition de processus contingents en développement de systèmes d'information : Proposition d'une démarche orientée identification des problèmes-clés

Soutenue le 02 décembre 2003

Membres du jury

Directeur de thèse :	M. Roland De Guio, Professeur, INSA Strasbourg
Co-Directeur de thèse :	M. Patrick Truchot, Professeur, ENSGSI
Rapporteurs :	M. Jean-Pierre Campagne, Professeur, INSA Lyon
	M. Bernard Grabot, Professeur, ENIT
Examinateur :	M. Kiefer François, Maître de Conférences, INSA Strasbourg

LICIA (Equipe LRPS) **EA 3434**

A Fabrice,
A mes parents.

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord Monsieur Roland De Guio, Professeur à l'INSA de Strasbourg et Directeur du LRPS, pour la confiance qu'il m'a accordé en m'accueillant dans son équipe de recherche et en acceptant de diriger cette thèse.

Je remercie Monsieur Patrick Truchot, Professeur à l'ENSGSI et co-directeur de cette thèse, qui malgré la distance a su être présent aux « moments clés » de ce travail de recherche.

Que Monsieur François Kiefer, Maître de Conférences à l'INSA de Strasbourg, trouve à travers ces quelques lignes l'expression de ma reconnaissance et de ma gratitude pour avoir encadré « au quotidien » ce travail. Je tiens plus particulièrement à le remercier pour le temps qu'il m'a accordé sans compter et ce malgré un emploi du temps plus que chargé. Que cette thèse soit la première d'une longue série !

Je remercie Monsieur Jean-Pierre Campagne, Professeur à l'INSA de Lyon, pour l'intérêt qu'il a porté à mon travail et pour avoir accepté de le rapporter.

Je remercie Monsieur Bernard Grabot, Professeur à l'ENI de Tarbes, pour avoir accepté de juger et d'enrichir ce travail en tant que rapporteur. Je tiens à le remercier pour sa disponibilité malgré les délais très courts qui lui ont été imposés

Je ne saurais oublier l'ensemble des collègues du LRPS, pour leur bonne humeur. Un merci particulier à Emmanuel Caillaud pour son oreille attentive et ses conseils judicieux ainsi qu'à tous les doctorants : votre tour viendra bientôt ...

Merci infiniment à toi Fabrice, qui par ton soutien de tous les instants, apaise mes doutes ...

Merci à mes parents, sans qui rien n'aurait été possible.

Sommaire

Chapitre 1 : Introduction 12

Chapitre 2 : Processus de développement, ingénierie et gestion des projets SI 16

2.1 La notion de développement de SI 16

2.1.1 Définition 16
2.1.2 Une multiplicité de dimensions à prendre en compte 17
2.1.2.1 Définition de l'aspect méthode 17
2.1.2.2 Définition de l'aspect projet 18
2.1.2.3 Les cinq dimensions du processus de développement 18

2.2 L'aspect méthode 23

2.2.1 Les méthodes dites « cartésiennes » 24
2.2.1.1 Les « principes généraux » 24
2.2.1.2 L'approche « cartésienne » du développement des systèmes d'information 25
2.2.2 Les méthodes dites « systémiques » 25
2.2.2.1 Les « principes généraux » 25
2.2.2.2 L'approche « systémique » du développement des systèmes d'information 26

2.3 L'aspect projet 27

2.3.1 Le découpage projet 28
2.3.1.1 Le principe du découpage projet : 28
2.3.1.2 Application au développement des systèmes d'information : Les modes ou modèles de développement 31
2.3.2 L'estimation des charges de travail 34
2.3.2.1 Le principe de l'estimation des charges 34
2.3.2.2 Application au développement des SI 34
2.3.3 La planification du projet 36
2.3.3.1 Le principe de la planification projet 36
2.3.4 L'organisation du travail 37
2.3.4.1 Principe de l'organisation du travail 37
2.3.4.2 Application au développement des systèmes d'information 38

2.4 Synthèse : de la complexité du développement au développement contingent .. 39

Chapitre 3 : La notion de contingence pour le Développement des SI (DSI) 42

3.1 Définitions de la notion de contingence dans le cadre du DSI 42

3.1.1 Définitions 42
3.1.2 Synthèse 43

3.2 Présentation des principales approches contingentes de développement de SI . 44

3.2.1 Ingénierie des méthodes 44
3.2.1.1 Définition de l'ingénierie des méthodes 44
3.2.1.2 Différentes manières de construire des modèles de méthodes 45
3.2.1.3 Vers l'ingénierie des méthodes « étendue » 47
3.2.2 Eurométhode 50
3.2.2.1 Objectifs 50
3.2.2.2 Démarche proposée, grands principes de fonctionnement 50
3.2.2.3 Description de la situation de problème 51
3.2.2.4 Détermination de la stratégie d'adaptation 52
3.2.2.5 Détermination de la séquence des points de décision 59
3.2.2.6 Bilan de l'approche Eurométhode 59
3.2.3 V-Model 60
3.2.3.1 Objectifs 60
3.2.3.2 Démarche proposée, grands principes de fonctionnement : 61
3.2.3.3 Modèle de processus de cycle de vie : les quatre sous-modèles 62
3.2.3.4 Adaptation du modèle de processus de cycle de vie : le processus de « tailoring » 64
3.2.3.5 Allocation de méthodes 68
3.2.3.6 Bilan de l'approche V-Model 70
3.2.4 Kiefer 72
3.2.4.1 Des scénarios de conception sur la base des modes d'évolution des systèmes 72
3.2.4.2 Un lien vers les outils et méthodes à partir des modes de défaillances des scénarios 73
3.2.4.3 Bilan de l'approche proposée par Kiefer 74
3.2.5 Morley 75
3.2.5.1 Le profil de risque d'un projet SI 75
3.2.5.2 La stratégie de développement 76
3.2.5.3 Bilan de l'approche proposée par Morley 77
3.2.6 Morley 2 77
3.2.6.1 La construction de la grille d'analyse 78
3.2.6.2 La grille d'analyse proposée 78
3.2.6.3 Bilan de la grille proposée par Morley comparaison avec les facteurs situationnels d'Eurométhode 80
3.2.7 Van Slooten : « développement contingent des systèmes d'information » 82
3.2.7.1 Les concepts de stratégie de développement, carte de route et fragments de méthodes 82
3.2.7.2 Les étapes de la configuration de scénario 82
3.2.7.3 Variables intermédiaires et fragments de méthodes 83
3.2.7.4 Bilan de l'approche proposée par Van Slooten 85
3.2.8 Zhu : WSR appliquée au développement des systèmes d'information 86
3.2.8.1 Les grands principes de l'approche proposée par Zhu 86
3.2.8.2 Les concepts de Wuli-Shenli-Renli 87
3.2.8.3 Mise en œuvre des concepts de Wuli-Shenli-Renli 88
3.2.8.4 Bilan de l'approche proposée par Zhu 89

3.3 Synthèse des approches contingentes en développement des systèmes d'information : proposition d'une grille de lecture et analyse 90

3.3.1 Nécessité et proposition d'une grille de lecture 90
3.3.2 Mise en œuvre et exploitation de la grille de lecture 92

Chapitre 4 : Utilisation d'OTSM-TRIZ 96

4.1 Des processus contingents vers OTSM-TRIZ 96

4.2 Principes généraux d'OTSM-TRIZ 97

4.2.1 Trois niveaux de connaissance 97
4.2.2 Les notions essentielles 98
4.2.2.1 Les différents niveaux de contradictions 98
4.2.2.2 Le principe de convergence 100
4.2.2.3 Le résultat idéal final (R.I.F) 100
4.2.2.4 Le principe d'intensification 100
4.2.2.5 La notion de ressources 101
4.2.3 Les guides méthodologiques 101
4.2.3.1 Les étapes de résolution de problème 101
4.2.3.2 La vision « multi-écrans » 102
4.2.3.3 Intégration de solutions partielles 102
4.2.4 Exploitation des principes d'OTSM-TRIZ dans le cadre des processus contingents 103

4.3 Formulation des contradictions d'évolution des SI 104

4.3.1 Démarche de formulation 104
4.3.2 Description de la classe de système 105
4.3.2.1 Vision multi-système récursif 105
4.3.2.2 Vision système complexe structuré, communication/ intercompréhension : 105
4.3.2.3 Vision ressources, traitement de l'information 106
4.3.2.4 Vision « finalité » 107
4.3.2.5 Le SI : un concept riche 108
4.3.3 Définition des fonctions d'un système d'information 109
4.3.3.1 Des fonctions classiques à l'utilisation de la sémiotique 109
4.3.3.2 Cadres d'analyse sémiotique « classique » et « étendu » 109
4.3.3.3 Des propriétés des signes aux fonctions du système d'information 111
4.3.4 Paramètres de performance des fonctions d'un système d'information 112
4.3.4.1 Définitions de la notion de performance : 113
4.3.4.2 Rôle de l'information au niveau individuel 113
4.3.4.3 Rôle de l'information au niveau collectif 114
4.3.4.4 Rôle du système d'information et paramètres de performance 116
4.3.4.5 Etat des lieux sur les paramètres de performance « classiques » 117
4.3.4.6 Liens entre les paramètres « classiques » et les paramètres « individuels » et « collectifs » 119
4.3.5 Trois classes de contradiction d'évolution 119
4.3.5.1 Classe de contradiction relative au volume 120
4.3.5.2 Classe de contradiction relative au degré de spécificité 120
4.3.5.3 Classe de contradiction relative à la liberté décisionnelle 121

Chapitre 5 : Exploitation des contradictions d'évolution des SI dans le cadre des processus contingents en DSI122

5.1 Nécessité d'une démarche d'exploitation 122

5.2 Caractérisation de projet et architecture SI 122

5.2.1 Contradictions d'évolution et caractérisation d'un projet particulier 122
5.2.1.1 Identification des rôles collectif et individuel 123
5.2.1.2 Cadre de l'étude 124
5.2.1.3 Identification des rôles individuel et collectif : application au cas d'étude 125
5.2.1.4 Identification des contradictions « avérées » 125
5.2.1.5 Identification des contradictions avérées : application au cas d'étude 127
5.2.2 Solutions partielles et bilan des problèmes résiduels 128
5.2.2.1 Exploitation du R.I.F et des ressources 128
5.2.2.2 Application au cas d'étude 128
5.2.3 Identification des architectures extrêmes 129
5.2.3.1 Définition de la notion d'architecture de SI 129
5.2.3.2 Démarche d'identification des architectures extrêmes 130
5.2.3.3 Architecture extrême : Application au cas d'étude 132
5.2.4 Des architectures extrêmes à une architecture cible : 134
5.2.4.1 Exploitation de la vision « multi-écrans » 134
5.2.4.2 Vision « multi-écrans » : Application au cas d'étude 135
5.2.5 Lien vers les processus « classiques » de développement de système d'information 136

Chapitre 6 : Application 138

6.1 Cadre de l'étude 138

6.1.1 Présentation de l'entreprise et objectif initial du projet 138
6.1.2 Fonctionnement actuel 138
6.1.2.1 La réception de la commande du client 140
6.1.2.2 La saisie de la commande et la préparation des documents pour la production 140
6.1.2.3 Le réapprovisionnement des rondelles brutes 140
6.1.2.4 Le lancement de fabrication 140
6.1.2.5 La production 141
6.1.2.6 Le contrôle qualité 142
6.1.2.7 Le traitement de surface 142
6.1.2.8 Le conditionnement 142
6.1.2.9 Facturation, packaging et envoi 142

6.2 Démarche projet 143

6.2.1 Caractérisation du projet 143
6.2.1.1 Identification des rôles individuels et collectifs 144
6.2.1.2 Identification des contradictions avérées 145
6.2.1.3 Typologie des contradictions avérées et solutions partielles : 148
6.2.2 Identification des architectures extrêmes 149
6.2.2.1 Intensification « élémentaire » des contradictions avérées 150

6.2.2.2 Architecture 1 : « V = individuel, LD = collectif » 151
6.2.2.3 Architecture 2 : « V = individuel, LD = individuel » 151
6.2.2.4 Architecture 3 : « V = collectif, LD = collectif » 152
6.2.2.5 Architecture 4 : « V = collectif, LD = individuel » 153
6.2.2.6 Synthèse et première analyse des architectures extrêmes 153
6.2.3 Des architectures extrêmes à une architecture cible 154
6.2.4 Identification de la stratégie de l'entreprise 154
6.2.5 Identification de la stratégie technologique 156
6.2.5.1 Machines conventionnelles 156
6.2.5.2 Centres d'usinage CN 159
6.2.6 Synthèse du choix de l'architecture cible 161

6.3 Spécifications du SI 161

6.3.1 Architecture du SI à mettre en place 162
6.3.2 Modèle conceptuel des données 164
6.3.3 Modèles de traitements 166

Chapitre 7 : Conclusion, perspectives 170

Références bibliographiques 174

Listes des tableaux et figures 182

9.1 Liste des tableaux 182

9.2 Liste des figures 184

Annexes 186

10.1 Annexe 1 : modèle conceptuel des données suiviCN 186

10.2 Annexe 2 : listes des tables 188

10.3 Annexe 3 : Schéma relationnel de la base de données de suivi 195

10.4 Annexe 4 : Modèles organisationnels des traitements 197

Chapitre 1 : Introduction

La gestion des projets de développement des systèmes d'information (SI) est au cœur des préoccupations industrielles. D'une part, les SI prennent de nos jours une place centrale à tous les niveaux des organisations. D'autre part, d'après l'enquête menée par Standish Group dans (Clancy, 2003), les projets SI et leur gestion n'apportent pas toujours pleinement satisfaction. En effet, plus de 60 % des projets SI, que ce soit dans les petites ou grandes structures, échouent. Un échec est ici caractérisé par des dépassements de délais, de coûts mais aussi des fonctionnalités non remplies. Cette situation est d'autant plus étonnante que les recherches relatives à l'ingénierie des SI et à la gestion de projet SI sont riches. Martin dans (Martin, 1984) parle d'ailleurs, au sujet des méthodes de conception et de développement de SI, « d'une jungle méthodologique ».

Face à ce constat, nos travaux ont porté, dans un premier temps, sur les difficultés d'application de ces connaissances. S'il est vrai que la variété des travaux constitue une difficulté, nous montrons aussi que celles-ci sont aussi liées au fait que ces connaissances mêlent à la fois des éléments de modélisation de SI, et de gestion de projet dans le cadre de la conduite du processus de développement de SI. Définir un processus de développement adapté nécessite de maîtriser les interférences entre ces connaissances. Or, il s'avère que les processus contingents, qui ont pour objectif la mise en place d'approches de développement flexibles, rigoureuses et fonctionnelles (Zhu, 2002), constituent une réponse intéressante à cette problématique (Goepp *et al.*, 2001).

Dans un deuxième temps, nous proposons d'évaluer les processus contingents et modulaires existants. Leur objectif est de proposer des démarches de choix de méthodes et de tâches projet adaptées au contexte. De manière à les analyser finement, nous mettons en place une grille de lecture. Cette analyse montre la prédominance de l'adaptation des méthodes sur celles des tâches projet, et l'utilisation de caractérisations dont la mise en œuvre peut s'avérer délicate sur un projet réel. En effet, la qualité de l'adaptation dépend de la justesse de la quantification de critères dont les valeurs ne peuvent être connues qu'à la fin du projet de développement.

Par conséquent, notre travail propose de rendre plus robuste la caractérisation d'un projet, pour exploiter les processus contingents existants. Pour y parvenir, il faut s'affranchir du caractère organisationnel et technique des critères préconisés. Nous utilisons le concept de problème, qui est pertinent tout au long du processus de développement. Pour ce faire, nous nous appuyons sur les principes d'OTSM-TRIZ (Khomenko *et al.*, 2002) extension de la

TRIZ (Altshuller, 1988) à tout type de problème. Cette théorie propose de formuler les problèmes sous formes de contradictions. Celles-ci sont ensuite le point de départ vers la résolution. De manière plus précise, nous formulons les contradictions génériques d'évolution des SI. Elles constituent le noyau dur des problèmes à résoudre au cours des projets de développement de SI.

Nous complétons ces contradictions génériques par une démarche qui permet de les exploiter de manière à obtenir une caractérisation robuste d'un projet particulier. En d'autres termes, nous caractérisons un projet particulier par ses problèmes clés en utilisant quelques méthodes de base d'OTSM-TRIZ. Nous présentons l'application de notre démarche et analysons son intérêt pratique dans le cadre de la mise en place d'un suivi de pièces dans un atelier de production mécanique.

En termes de perspectives, nous amorçons une réflexion sur l'évolution des processus contingents. En effet, notre étude montre qu'il est envisageable d'adapter les méthodes de modélisation à mettre en œuvre dans un projet directement à partir de la caractérisation projet par les problèmes clés. Cela revient à explorer une séquence d'adaptation inexploitée puisque pour l'instant la sélection de méthodes se base sur les tâches projet retenues. Nous illustrons ce principe en positionnant Merise et GRAI par rapport aux problèmes clés. Il s'agirait de développer ce positionnement pour le mettre en perspective par rapport aux travaux d'ingénierie des méthodes qui proposent des modèles et démarches pour décrire les méthodes existantes sous forme de fragments.

Le mémoire est organisé en sept chapitres. Les chapitres 1 et 7 s'attachent respectivement à l'introduction et aux conclusions/perspectives de notre travail de recherche qui est développé dans les chapitres 2 à 6.

Le chapitre 2 a pour objectif de comprendre les difficultés d'application des travaux relatifs au développement et à la gestion des projets SI. Après avoir défini ces concepts, nous proposons cinq dimensions de description de la problématique du développement des SI. Ces dimensions sont « Quels modèles construire ? », « Comment les construire ? », « Comment regrouper les activités et les enchaîner ? », « Avec quelles ressources ? », « A quel moment ? ». Après avoir illustré les interférences qui existent entre ces dimensions, nous nous en servons pour positionner les travaux existants. Une description de ces travaux est ensuite présentée. Comme il y a interférence entre ces dimensions, qui ne correspondent pas à des sous-problématiques indépendantes, il est nécessaire de disposer de moyens de navigation dans les connaissances proposées. Les travaux sur la contingence sont la principale réponse à ce besoin de navigation.

Le chapitre 3 a pour but d'évaluer les approches contingentes dans le domaine du développement des SI. Ainsi, nous définissons la notion de contingence pour le développement des SI puis décrivons les principales approches contingentes existantes. Pour chaque approche nous faisons un bilan par rapport aux cinq dimensions du processus de développement de SI, présentées au chapitre 2. La dernière partie de ce chapitre s'attache à l'analyse de ce type de processus par l'intermédiaire d'une grille de lecture que nous proposons. Cette grille met en avant les problématiques sous-jacentes aux processus contingents : « Quelle caractérisation pour l'adaptation ? », « Quoi adapter ? » (les méthodes, les tâches projet, les deux) » et « Quelle séquence d'adaptation ? ». Sa mise en œuvre permet de discuter les points forts et faibles des différentes approches décrites.

Dans le chapitre 4 nous exposons la stratégie choisie pour traiter la problématique de robustesse de caractérisation. Ainsi, nous présentons OTSM-TRIZ et sa mise en œuvre pour formuler les contradictions d'évolution génériques des SI. La description d'OTSM-TRIZ s'articule autour des notions essentielles et des guides méthodologiques. Son application pour formuler les contradictions génériques d'évolution des SI se base sur les propriétés sémiotiques des informations et sur les fonctions du SI. Nous obtenons trois contradictions relatives au volume, au degré de spécificité et à la liberté décisionnelle des informations.

Le chapitre 5 présente la démarche qui permet de passer des contradictions génériques à une caractérisation robuste d'un projet particulier, en utilisant quelques méthodes de base d'OTSM-TRIZ. Les principales étapes de cette démarche sont : une caractérisation du projet particulier par ses problèmes clés, puis un cadrage des architectures possibles, et enfin l'identification de l'architecture cible à développer. A partir de cette architecture, la caractérisation requise par les processus contingents existants devient fiable. Chaque étape de la démarche est illustrée par un cas d'étude interprété à posteriori. Celui-ci concerne la mise en conformité du système d'impression des dates de péremption sur les boîtes de médicaments.

Le chapitre 6 s'attache à l'application de la démarche proposée dans le cadre de la mise en place d'un suivi de pièces dans un atelier de production mécanique. Cette application est complémentaire au cas d'étude a posteriori puisqu'elle a permis d'évaluer en situation réelle l'intérêt pratique de notre proposition.

Chapitre 2 : Processus de développement, ingénierie et gestion des projets SI

2.1 La notion de développement de SI

2.1.1 Définition

Le développement d'un système d'information (SI) est un processus allant de la définition des besoins des clients jusqu'au système d'information développé et exploité (Reix *et al.*, 2002). Il s'agit d'un processus[1] c'est-à-dire d'un ensemble d'actions partiellement ordonnées dont le but est l'implantation du SI et sa mise en service. Les contributions relatives à la conduite des processus de développement de SI sont de deux ordres :

- L'un est relatif à l'ingénierie des systèmes de façon générale, qui se définit comme l'application d'efforts scientifiques et d'ingénierie pour mener à bien le processus de développement c'est-à-dire de transformer des besoins opérationnels en une configuration système (Blanchard, 1998)
- L'autre concerne les contributions de la gestion et du management de projet, qui se définit comme l'ensemble des outils, techniques et méthodes qui permettent au chef de projet et à l'équipe plus ou moins nombreuse qui lui est associée, de conduire, coordonner et hamoniser les diverses tâches exécutées dans le cadre du projet, afin qu'il satisfasse aux besoins explicites et implicites pour lesquels il a été entrepris (AFITEP, 1996).

En effet, traditionnellement, l'ingénierie des systèmes d'information s'organise par la mise en place, dans le cadre d'une méthode (MERISE, OMT, UML, etc.), d'une succession de modèles (Entité-Association, Objet, réseau de Petri, graphe d'états, modèle de flux, etc.) afin de favoriser un continuum de la définition des besoins des clients jusqu'au système développé et exploité (Rieu, 1999). Dans ce cadre, une méthode d'analyse et de conception de SI est définie comme un couple modèles de produit/modèles de processus. D'une part, une méthode comprend un ensemble de modèles (formalismes) permettant de représenter les systèmes sous différents aspects (statique, dynamique, fonctionnel) et à différents niveaux d'abstraction (expression des besoins, analyse, conception). Ces modèles sont en fait des modèles de produits, c'est-à-dire des formalismes permettant de décrire le SI à développer. D'autre part, elle comporte aussi une (des) démarches ou processus permettant de guider les activités de

[1] Un processus est un ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'information ou de matière significatifs, et qui se combinent pour fournir un produit matériel ou immatériel important et bien défini. (Lorino, 1998)

dévfeloppement. C'est une succession d'étapes permettant de passer d'une modélisation du système à une autre.

De plus, comme le souligne Lorino dans (Lorino, 1998) le « produit SI » n'est pas répétitif, mais il est personnalisé et chacune des unités produites présente une importance stratégique spécifique. Le déroulement du processus requiert un laps de temps important et des ressources significatives. Dans ces conditions, contrairement aux processus répétitifs, que l'on peut piloter avec des indicateurs moyennés sur des volumes importants d'output (coût de revient moyen, délai moyen, taux de défaut moyen), ces processus non répétitifs exigent que l'on suive de manière personnalisée et phasée la production de chaque unité d'output prise individuellement. Chaque unité de produit devient ainsi l'objet d'un projet.

Le développement de SI comporte donc un aspect méthode et un aspect projet qui méritent d'être définis plus finement.

2.1.2 Une multiplicité de dimensions à prendre en compte

2.1.2.1 Définition de l'aspect méthode

Le mot méthode, du latin methodus, désigne à l'origine « un ensemble de démarches que suit l'esprit pour découvrir et démontrer la vérité (dans les sciences) » (Le Petit Robert 1, 1988) : il est ici synonyme de cheminement (Morin, 1977). Par extension de son sens, il est employé comme « l'ordre suivi pour exécuter quelque ouvrage de l'esprit et l'arrangement qui en résulte ». Dans le sens courant, il s'agit plus généralement de la manière de dire, de faire, d'enseigner suivant certains principes avec un certain ordre. Ainsi, la notion même de méthode souligne bien deux contributions principales : une définition à la fois des modèles à construire, et de leur mode de construction.

Ces deux idées sont d'ailleurs reprises dans plusieurs ouvrages comme (Tessier, 1995) et (Nanci *et al.*, 1992). La première tient dans l'accomplissement du travail de l'esprit. Dans ce sens, la notion de méthode correspond à un schéma de réflexion de ce dont il convient de s'occuper (« Quels modèles construire »). Il s'agit des « principes généraux » (Nanci *et al.*, 1992) ou encore « recommandations » (Tessier, 1995) de la méthode. La deuxième idée, renvoie à la démarche suivie pour parvenir à un but c'est-à-dire à la façon de mettre en œuvre ces principes généraux au cours du processus de développement (« Comment construire ces modèles »). Ici, il est fait référence aux « raisonnements » (Nanci *et al.*, 1992) ou encore « préconisations » ou « approche » (Tessier, 1995) de la méthode. Ces raisonnements sont d'ailleurs une émanation directe des principes généraux.

Au cours du processus de développement de SI il s'agit donc, sur le plan méthodologique, de définir quels modèles construire et comment les construire. Mais cet aspect

« méthodologique » du développement des SI doit être complété par des aspects de « gestion de projet » pour que le SI devienne une réalité.

2.1.2.2 Définition de l'aspect projet

L'AFITEP-AFNOR définit un projet comme « une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir et ajoute qu'un projet est défini et mis en oeuvre pour répondre au besoin d'un client (...) et implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données » (AFITEP, 1996). Le projet est donc un processus qui débouche sur un résultat que l'on appelle encore projet et qui se caractérise à la fois par un ensemble de spécifications techniques, par un délai de réalisation et par un budget. Puisque le développement de SI implique une organisation projet, il s'agit de prendre en compte les dimensions de :

- regroupement et enchaînement de tâches projet,
- délais c'est-à-dire de planification,
- budget c'est-à-dire de ressources allouées à chaque tâche.

2.1.2.3 Les cinq dimensions du processus de développement

Compte tenu des deux paragraphes précédents nous proposons d'étudier le processus de développement du SI, et les travaux de recherche correspondants, sous l'angle des cinq dimensions suivantes:

- Quels modèles de SI construire et pourquoi ? : définition des modèles à construire pendant le développement. Elle concerne la définition du « quoi » construire.
- Comment construire ces modèles ? : manière dont les modèles précédemment définis doivent être construits. Elle concerne la définition des activités nécessaires à la construction des différents modèles c'est-à-dire le « comment » construire les modèles.
- Quelles activités regrouper et comment les enchaîner ? : choix à effectuer quant aux différents regroupements des activités à accomplir en tâches, phases puis étapes du projet. Ces regroupements concernent à la fois les activités de construction de modèles et les autres activités relatives notamment au management de projet. Cette dimension comprend aussi la définition de l'enchaînement des tâches.
- Quelles ressources affecter aux tâches ? : cette dimension désigne la gestion de l'ensemble des ressources allouées à chaque tâche (personne, moyens financiers, ...).
- Quand accomplir les tâches ? : cette dimension désigne la planification des tâches du projet dans le temps.

La description du processus autour des cinq dimensions décrites précédemment (Quels modèles, Comment les construire, Quelles activités regrouper, Quand accomplir les tâches et avec quelles ressources) a un double intérêt. D'une part, elle permet de montrer que ce processus comporte une multiplicité de dimensions qui, comme nous allons le montrer, sont reliées entre elles et qu'il peut donc être qualifié de complexe. D'autre part, cette description permet de classer les travaux de recherche sur le processus de développement de SI en deux

catégories : le domaine de l'ingénierie des SI (Quels modèles et Comment les construire) et celui de la gestion des projets afférents (Quelles activités regrouper, quand accomplir les tâches et Avec quelles ressources). En effet, les travaux dans le domaine sont nombreux et variés, et ces deux catégories posent des limites entre les notions d'ingénierie des SI, de gestion de projet SI et de développement de SI qui y sont abordées de manière un peu confuse.

Parfois, l'ingénierie des SI est assimilée au développement des SI. Dans (Avison *et al.*, 1997) l'ingénierie des SI est le processus par lequel les ingénieurs informaticiens, les programmeurs et les utilisateurs finaux construisent les SI. Gzara, quant à elle, dans (Gzara, 2000) écrit « l'ingénierie des systèmes d'information aussi connue sous le nom de développement de SI ». Cette assimilation entre l'ingéniérie des SI et le développement des SI est lié à la nature même des méthodes. Celles-ci donnent des modèles de produits (quels modèles ?) et des modèles de processus (comment les construire ?) qui bien qu'étant des éléments d'organisation du projet (quelles tâches, quelles ressources, à quel moment), ne peuvent être que partiels.

En effet, la séquence d'activités menant à la construction du modèle (comment construire le modèle ?) devra bien entendu être incluse dans le projet complet, mais elle ne constitue pas tout le projet. D'autres tâches, en amont de cette séquence devront par exemple formaliser tout ou partie des objectifs du modèle. Au contraire, certaines tâches peuvent avoir déjà figé des résultats en principe élaborés au cours de la construction du modèle. En parallèle, il y aura probablement des tâches d'évaluation de technologies. En aval, il faudra réaliser le modèle construit.

De la même manière, un modèle de processus de construction de modèle, qui doit être générique, ne peut aborder la notion de ressources que d'un point de vue compétences requises. Les circonstances particulières du projet, en l'occurrence les compétences réelles des usagers du SI (en fait la dimension particulière « avec quelles ressources construire le modèle ? »), pourront conduire à modifier la séquence de construction du modèle préconisée, pour mieux coller aux réalités du projet (validation supplémentaire, modèle connexe, facilement compris des usagers, rajouté). Il faut de même souvent composer avec la disponibilité de ces ressources.

La définition d'une méthode de développement selon (Rolland *et al.*, 1988) illustre d'ailleurs, ces deux derniers points, à savoir la présence d'éléments organisationnels et opérationnels. Dans cette définition, une méthode de développement comporte quatre composantes :

- Des modèles : un modèle est un ensemble de concepts et de règles pour les utiliser, destiné à expliquer et construire la représentation des phénomènes organisationnels, soit à

expliquer et représenter les éléments qui composent le SI et leurs relations. Une méthode constitue ainsi un modèle d'emploi de modèles.

- Des langages : un langage est un ensemble de constructions qui permettent de décrire formellement les spécifications du SI élaborées aux différents stades du processus de conception en s'appuyant éventuellement sur les modèles de méthode
- Une démarche : la démarche est le processus opératoire grâce auquel s'effectue le travail de modélisation, de description, de réalisation du SI
- Des outils ou techniques : ils peuvent concerner les trois composantes ci-dessus, et ont pour objectif d'aider leur mise en œuvre.

Cependant, ces éléments organisationnels et opérationnels ne constituent pas la totalité des activités à réaliser au cours d'un projet complet. Par exemple, les activités de communication nécessaires pour vérifier si la stratégie de l'entreprise est connue et interprétée correctement par l'ensemble des intervenants n'y apparaissent pas (il s'agit souvent d'un pré-requis à l'application d'une méthode). Cette réalité est illustrée dans la figure 2.1, où une même tâche projet comporte des activités de construction de modèles et des activités de communication. On couplera par exemple dans une tâche l'identification des besoins utilisateurs prévue par une méthode, avec une partie des activités de communication.

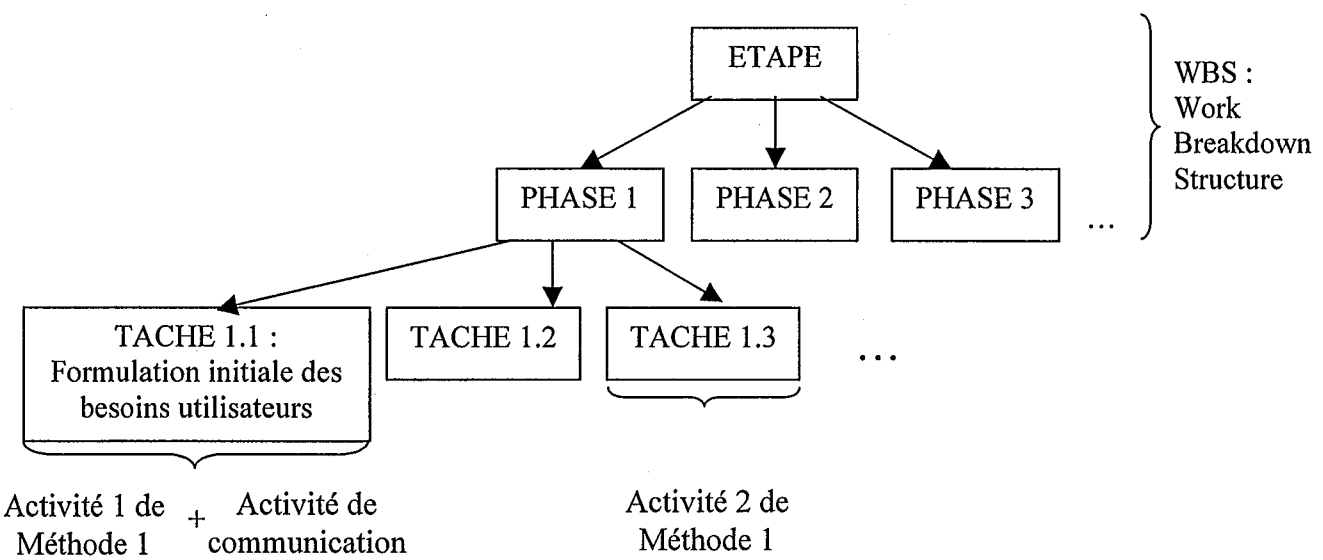
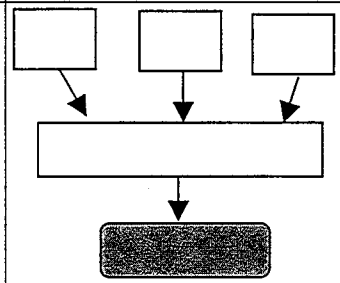
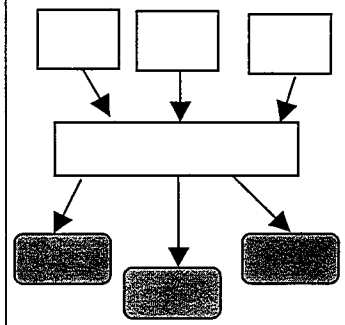


Figure 2.1 : Tâches, phases et étapes

La définition du périmètre exact des tâches d'un projet est donc un processus complexe, puisqu'il consiste à regrouper de la manière la plus judicieuse possible des activités de construction de modèle, probablement adaptées à la situation, et des activités de nature différente.

Nous proposons d'utiliser ces cinq dimensions pour donner une vision synthétique de l'étendue des travaux de recherche dans ce domaine. Le tableau 2.1 fait le lien entre les cinq dimensions et les grandes catégories de travaux associées. Dans ce tableau sont replacées tant les grandes classes de méthodes, que les techniques propres à la gestion de projet. On y

positionne chaque catégorie de travaux par rapport à la dimension cible principale. Bien évidemment, ces travaux interfèrent en général avec une ou plusieurs autres dimensions. Les colonnes correspondant aux dimensions « quels modèles construire ? » et « comment construire ces modèles ? » ne font pas référence à une liste précise de méthodes, mais à leur classification selon les fondements théoriques sous-jacents (cartésiens ou systémiques).

Quels modèles ?	*Comment les construire ?*	*Quelles tâches et quel enchaînement ?*	*Quand accomplir les tâches ?*	*Quelles ressources ?*
Cartésien : identification exhaustive des besoins puis élaboration structurée d'une solution. *Systémique : construction progressive et collective de modèles du SI permettant d'identifier les problèmes, les besoins et les solutions.*	 Recueil des besoins Agrégation et analyse des besoins Elaboration de la solution conceptuellle  Etude des activités Analyse des activités Elaboration de la solution conceptuelle (construction de modèles)	*Modèle de développement (code-and-fix, transformation automatique, cascade, V, W, développement évolutif, spirale, ...).* *WBS, PBS*	*Techniques d'estimation des charges (méthode Delphi, méthode de répartition proportionnelle, modèle de Cocomo, méthode d'évaluation analytique, ...)* *Diagramme PERT* *Diagramme GANTT*	*OBS* *Organisation du travail (division et coordination du travail, structure type)*

Aspect Méthode

Aspect Projet

Tableau 2.1 : Les 5 dimensions du processus de développement

Le but du tableau 2.1 n'est pas de décrire précisément les principales méthodes de développement de SI ni les techniques de modélisation associées. Pour une analyse complète des méthodes le lecteur peut se référer aux ouvrages suivants (Avison *et al.*, 2000), (Kettani *et al.*, 1998) ou encore (Tessier, 1995). Pour ce qui est travaux sur les techniques de modélisation mises en œuvre dans différentes méthodes, nous pouvons citer ceux relatifs à la spécification ainsi que ceux traitant de la modélisation d'entreprise. Pour les premiers, cinq modèles fondamentaux peuvent être identifiés (relationnel, entité/association, flux d'information, automates d'états finis et réseaux de Petri) selon le chapitre qui leur est consacré dans (Cauvet *et al.*, 2001). Pour la modélisation d'entreprise, nous pouvons citer les cadres de modélisation ou architectures de référence parmi les plus connus : CIMOSA (AMICE, 1993), GIM (Doumeingts *et al.*, 1992), l'ENV 40 003 (CEN TC 310/WG 1, 1990), PERA (Williams, 1992) et GERAM (IFAC-IFIP Task force, 1997). La plupart de ces architectures sont à caractère normatif (Vernadat, 1996) et proposent des méta-modèles pour construire les modèles propres d'un SI, d'une entreprise ou plus généralement d'un système. Il s'agit de fournir un cadre général et des points de repère aux utilisateurs en leur indiquant quels aspects de l'entreprise doivent être pris en compte, les relations qui existent entre eux et la terminologie communément admise (Vernadat, 1999).

Après avoir expliqué le lien entre les dimensions de description du processus de développement du SI et les différents types de travaux de recherche, nous allons brièvement décrire les travaux relevant de chaque catégorie.

2.2 L'aspect méthode

Ce niveau correspond à la description des « principes généraux » et des « approches » préconisées par les méthodes. Ici, nous ne nous préoccupons pas du champ d'application des méthodes c'est-à-dire de leur place dans le processus de développement. Nous faisons référence à un des critères de classification de méthode proposée par Tessier dans (Tessier, 1995), en l'occurrence les fondements théoriques. Ce dernier en donne trois à savoir les méthodes cartésiennes, systémiques et orientées objet.

A la base de cette dernière classe se trouvent bien sûr les objets. Il ne s'agit plus d'élaborer des algorithmes en séparant les traitements et les données, mais de distinguer des ensembles qui regroupent les actions et les objets sur lesquels elles s'appliquent. Cependant, dans le cadre de notre étude, cette dernière classe peut être assimilée à la précédente car elle repose sur une vision systémique des choses. La construction du modèle objet repose en effet toujours sur une approche systémique.

2.2.1 Les méthodes dites « cartésiennes »

2.2.1.1 Les « principes généraux »

Les principes généraux des approches cartésiennes se résument par quelques qualificatifs : objectivité et logique, analyse et synthèse, rigueur et qualité formelle. Les principes de la démarche sont consignés dans le Discours de la Méthode (Descartes, 1824). Cet ouvrage ne constituait pas à l'époque de sa parution un événement intellectuel, car ce qui y est exposé était déjà impliqué dans les mœurs et la culture occidentale. C'était un discours de circonstance dont l'avantage était de formuler des idées communes. Son auteur, René Descartes, y traite de nombreux sujets regroupés en six chapitres : réflexion sur les sciences, les principales règles de sa méthode, des règles de morale, des considérations métaphysiques, des questions de physiologie et de physique. Ce sont les préceptes qu'il énonce en tant que règles de sa méthode qui sont à la base des recherches méthodologiques. Ces préceptes sont au nombre de quatre :

« Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie que ne connusse évidemment être telle : c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute.

Le second, de diviser chacune des difficultés que j'examinerais en autant de parcelles qu'il se pourrait, et qu'il serait requis pour mieux les résoudre.

Le troisième, de conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu comme par degrés jusqu'à la connaissance des plus composés : et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns des autres.

Et le dernier, de faire partout des dénombrements si entiers et des revues si générales que je fusse assuré de ne rien omettre. »

Ainsi, les quatre points de l'approche cartésienne consistent en :

- Le principe de doute : tout en se défaisant des opinions toutes faites, ne rien croire sans preuve dûment perçue soi-même, d'où éviter la précipitation.
- La règle de division ou d'analyse : pour mieux résoudre un problème, il faut le décomposer
- La gradation des difficultés : aller du plus simple au plus complexe
- L'exhaustivité pour bien connaître un sujet

2.2.1.2 L'approche « cartésienne » du développement des systèmes d'information

Compte tenu des principes généraux sous-jacents aux approches cartésiennes, les méthodes dites « cartésiennes » vont préconiser une identification exhaustive des besoins suivie de l'élaboration structurée d'une solution.

Ainsi, cette famille de méthodes se caractérise par une approche fonctionnelle (Flory *et al.*, 1990) qui :

- Met en œuvre des concepts et des techniques de décomposition hiérarchique, s'appliquant sur les processus et les flux de données (ou flux d'information)
- Préconise une analyse et une conception du système d'information à partir de la définition de fonctions et de besoins.

Ainsi, dans ce type d'approche il y a prise en compte au préalable des besoins des utilisateurs (Nanci et al., 1992), qui conduisent par la suite à la construction du SI. L'approche consiste à demander aux utilisateurs les résultats qu'ils souhaitent obtenir du futur système. Pour cela, il faut procéder au recueil puis à l'analyse des besoins pour rechercher les mécanismes d'élaboration de ces résultats. Ces derniers permettent de déterminer les informations qui font l'objet de la solution conceptuelle. La phase de recueil des besoins est donc suivie d'une phase d'agrégation pour les analyser et les sélectionner. La figure 2.2 montre les trois phases essentielles de cette approche.

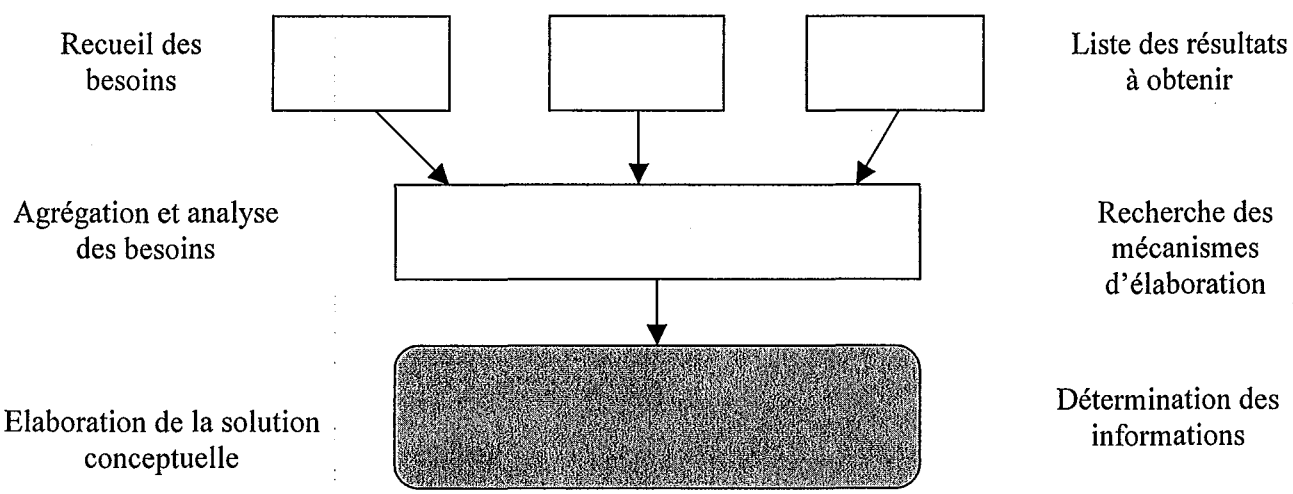


Figure 2.2 : La conception du système d'information selon une approche par les besoins (Tessier, 1995)

2.2.2 Les méthodes dites « systémiques »

2.2.2.1 Les « principes généraux »

Le domaine du développement des systèmes d'information ne peut se limiter seulement à la rationalité qui caractérise le cartésianisme. Ainsi, Jean-Louis Lemoigne dans (Lemoigne,

1994) propose quatre nouveaux préceptes prenant en compte l'évolution et la mutation de notre civilisation :

- Précepte de pertinence : tout objet considéré se définit par rapport aux intentions implicites et explicites du modélisateur.
- Précepte du globalisme : considérer l'objet à connaître comme une partie immergée et active au sein d'un plus grand tout. Le percevoir d'abord globalement, dans sa relation fonctionnelle avec l'environnement.
- Précepte téléologique : interpréter l'objet non pas par lui-même, mais par son comportement, sans chercher à expliquer a priori ce comportement et les ressources qu'il mobilise par rapport aux projets que le modélisateur attribue à l'objet.
- Précepte d'agrégativité : convenir que toute représentation est partisane délibérément. Chercher en conséquence quelques recettes susceptibles de guider la sélection d'agrégats tenus pour pertinents, et exclure l'illusoire objectivité d'un recensement exhaustif des éléments à considérer.

2.2.2.2 L'approche « systémique » du développement des systèmes d'information

Les méthodes basées sur les préceptes dits systémiques préconisent une approche conceptuelle : elles adoptent un processus de modélisation par niveaux d'abstraction successifs. Au début, les travaux portaient essentiellement sur les données. Parallèlement ou à leur suite, des formalismes pour les traitements et les communications ont été élaborés.

Deux approches se distinguent :

- L'approche statique : pour la modélisation des données
- L'approche dynamique : elle concerne la prise en compte du temps par l'intermédiaire des traitements

Les méthodes basées sur ces principes proposent soit des modèles bien séparés (étude statique puis dynamique), soit des modèles qui synthétisent les deux aspects. Par ailleurs, certaines techniques (celles orientées objet notamment) associent la représentation de la structure du système et de son comportement. La méthode Merise présentée dans (Tardieu *et al.*, 1989) et (Tardieu *et al.*, 1991) est un exemple représentatif des méthodes systémiques.

Ces méthodes reposent sur l'identification des projets qu'il faut comprendre, ce qui ne correspond pas nécessairement à l'expression d'un besoin. La notion de projet y structure en fait l'organisation, et détermine les attentes en matière de construction de système d'information. Le concept de base est ici le modèle. Ce type d'approche préconise la construction de modèles partagés en vue de déterminer les besoins, problèmes ou solutions. La figure 2.3 en représente les étapes essentielles.

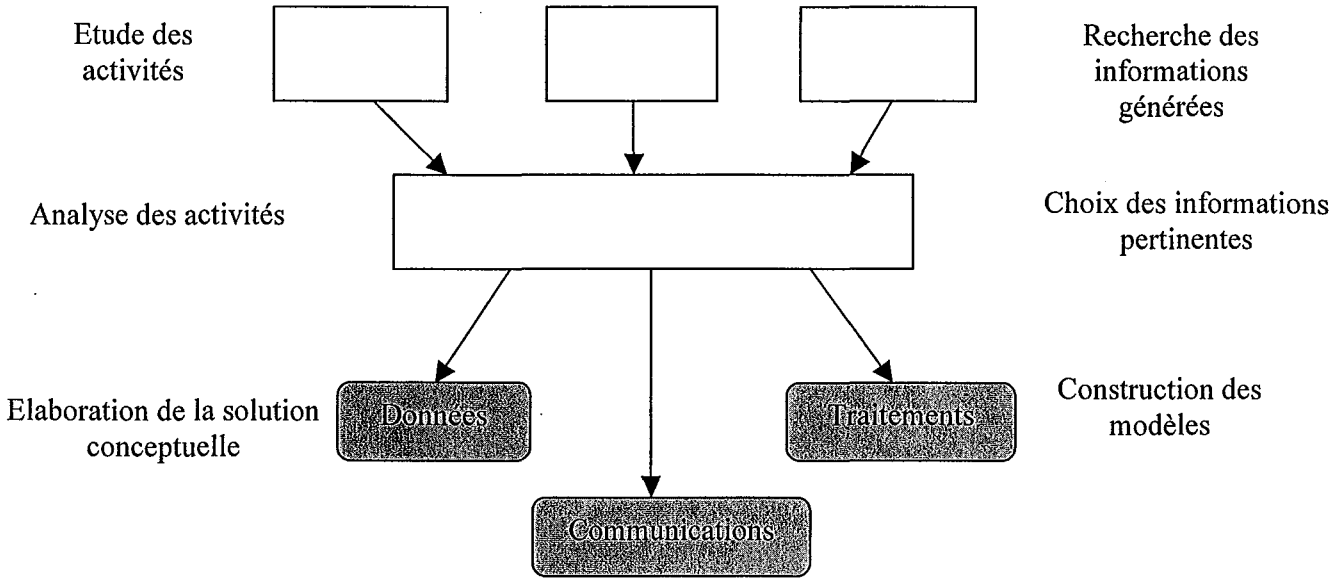


Figure 2.3 : La conception du système d'information selon une approche modélisatrice (Tessier, 1995)

2.3 L'aspect projet

Comme nous l'avons vu précédemment, l'approche projet est relative au champ de la gestion de projet. Cette discipline est calée sur les caractéristiques génériques d'un projet :les délais, les moyens et les objectifs. Ces trois éléments forment le triangle projet. Chaque sommet du triangle projet doit être mis sous contrôle (Morley, 1996). Ainsi, chaque sommet fait l'objet d'une gestion spécifique, qui prend en compte l'existence des deux autres ; chaque sommet du triangle projet en génère un autre, le tout en formant un nouveau triangle, celui de la gestion de projet (cf.figure 2.4).

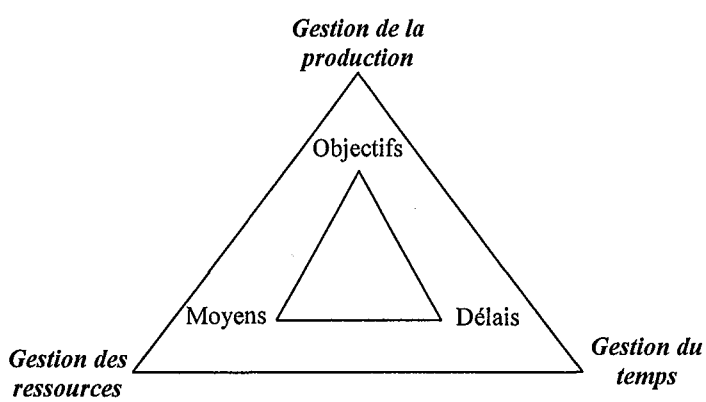


Figure 2.4 : Le triangle gestion de projet (Morley, 1996)

Ainsi, le délai donne lieu à une gestion du temps dont le rôle est de définir un parcours et de le jalonner, d'établir des calendriers et de maîtriser la consommation de l'enveloppe temps. Les moyens affectés constituent le budget du projet, qui est transformé, par exemple, en travail,

locaux, matériel. Cette transformation nécessite une gestion des ressources portant sur les ressources humaines et les moyens matériels. Utiliser chacun au mieux, constituer des équipes efficaces, affecter les personnes au moment adéquat en fonction de leurs compétences, coordonner les travaux, ... telles sont les attributions de cette fonction. En dernier lieu, l'objectif du projet doit être concrétisé par une ou plusieurs fournitures. Ce dernier sommet donne naissance la gestion de la production, qui a pour but de diriger et poursuivre l'avancement vers l'objectif tout au long du projet.

A chaque sommet va correspondre un certain nombre de travaux que nous allons décrire brièvement.

2.3.1 Le découpage projet

2.3.1.1 Le principe du découpage projet :

Le découpage en tâches et phases est une opération classique en gestion de projet. Cette opération a été formalisée dans (Chvidenko *et al.*, 1991). L'objectif du découpage d'un projet, est d'identifier des sous-ensembles quasi autonomes, présentant les caractéristiques suivantes :

- chaque sous-ensemble donne lieu à un résultat bien identifié,
- la charge propre à chaque sous-ensemble peut être évaluée,
- les contraintes d'enchaînement entre les sous-ensembles sont repérables : certains sous-ensembles peuvent être réalisés parallèlement, d'autres sont liés entre eux par des contraintes d'antériorité ;
- le découpage est fait à des mailles différentes, un sous-ensemble étant à son tour décomposé.

Deux critères sont généralement utilisés pour découper un projet (Morley, 1996) : l'un est temporel, l'autre structurel. Le critère temporel permet de répartir le travail dans le temps : la décomposition fait apparaître une succession d'étapes et de phases. Chaque étape comprend un certain nombre de phases. Une phase étant elle-même définie par une ou plusieurs tâches à effectuer. La figure 2.5 en donne une représentation avec le formalisme entité-association, proposé dans (Chen, 1976).

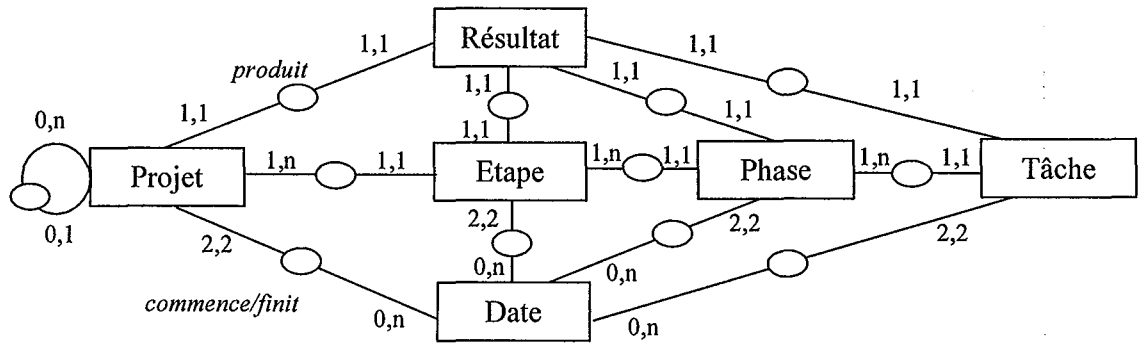


Figure 2.5 : Découpage temporel d'un projet (Morley, 1996)

Le critère structurel, quant à lui, permet d'organiser le travail en se basant sur la structure du produit final : la décomposition fait apparaître les différents modules qu'il faut obtenir. Ce critère suppose une visibilité suffisante sur le résultat à produire. La figure 2.6 en donne une description.

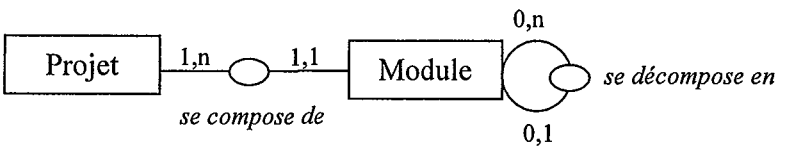


Figure 2.6 : Découpage structurel d'un projet (Morley, 1996)

Le découpage structurel connu sous le nom de PBS (Product Breakdown Structure) donne les différents modules ou éléments constitutifs du produit final (AFITEP, 1996). Soit, par exemple, un logiciel de suivi de pièces dans un atelier, à développer (cf. figure 2.7). Le PBS représente le découpage de cette application en modules, chacun assurant une fonction spécifique. Trois principaux modules ont été identifiés : un module de mise à jour des références des produits (Mise à jour), un module de statistiques, un module de suivi. Ce module contient à son tour deux parties : le traitement du suivi au niveau des machines à commande numérique (Atelier CN) et celui au niveau des machines conventionnelles (Atelier conventionnel).

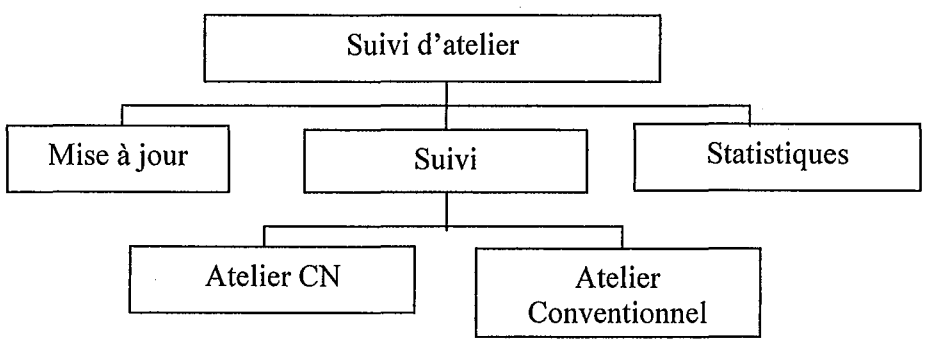


Figure 2.7 : Découpage PBS simplifié

Un autre découpage appelé organigramme des tâches de projet (ou découpage technique de projet) correspondant à ce que les Anglo-Saxons appellent WBS (Work Breakdown

Structure). Appelé OTP (organisation technique d'un projet) dans (AFITEP, 2001), il doit reprendre tous les éléments livrables au client dans le cadre du projet c'est-à-dire le PBS et les tâches principales de l'organisation nécessaires à la production des éléments précédents.

En reprenant l'exemple ci-dessus et en se basant sur une démarche classique, le WBS pourrait se présenter comme illustré dans la figure 2.8. Après une étude préalable sur l'ensemble du domaine, le travail est poursuivi à travers trois sous-projets. Il faudra décider, au moment de les planifier, de les mener en parallèle ou non. Chaque sous-projet comporte une étude détaillée, une réalisation et des tests. En dernier lieu, les logiciels issus de ces trois sous-projets font l'objet d'une intégration.

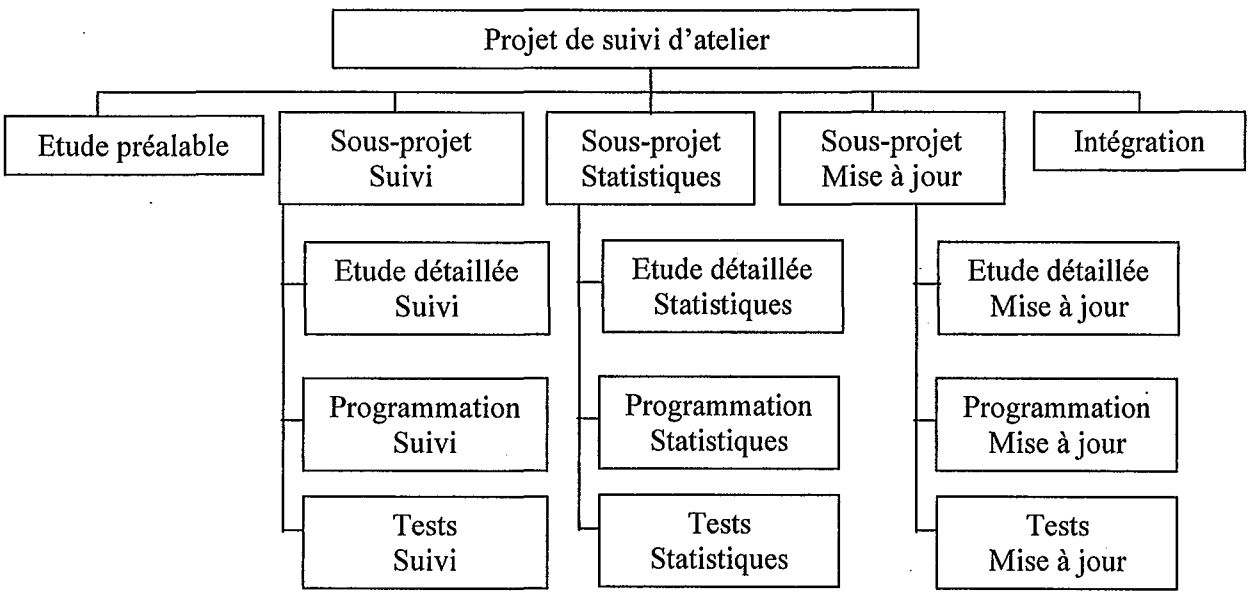


Figure 2.8 : Découpage WBS simplifié

L'OBS (Organisation Breakdown Structure = structure de décomposition de l'organisation), reprend le WBS et fait apparaître les noms des personnes responsables de la production des différents éléments. Dans notre exemple (cf. figure 2.9), le chef de projet global a la responsabilité directe de l'étude préalable et de l'intégration. Les trois sous-projets sont conduits par trois responsables et leurs travaux sont coordonnés par le chef de projet.

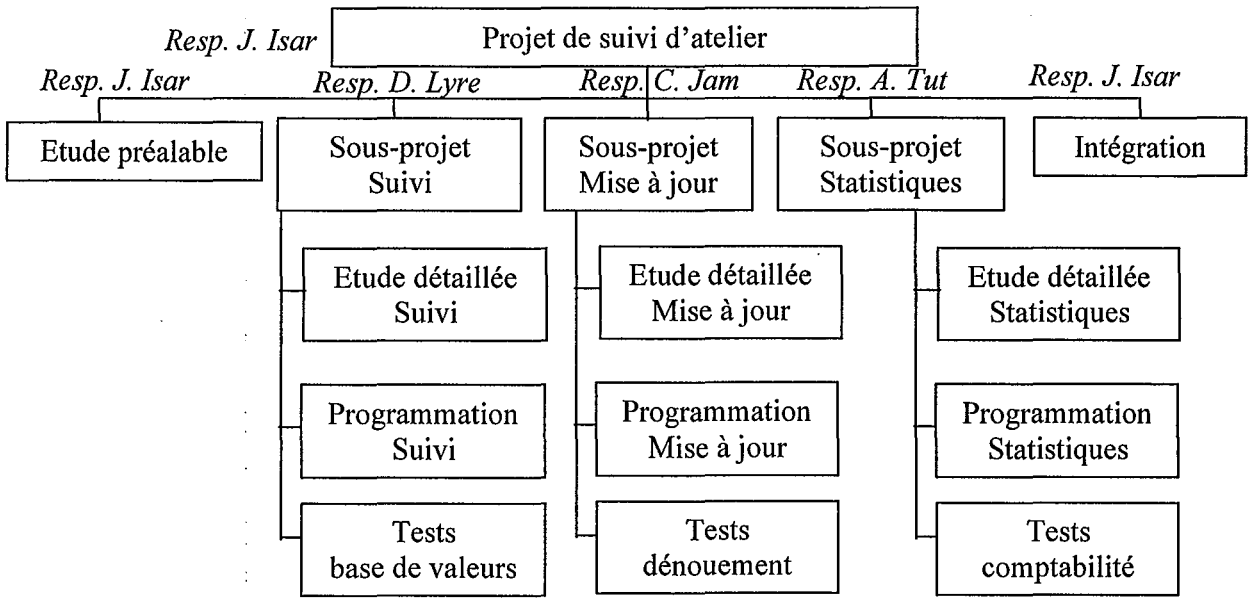


Figure 2.9 : Découpage OBS simplifié

2.3.1.2 Application au développement des systèmes d'information : Les modes ou modèles de développement

Outre les découpages WBS, PBS ou encore OBS que nous avons décrits au paragraphe précédent, le domaine du développement des SI propose un large éventail de modes ou modèles de développement. Un modèle de développement est un découpage temporel générique (Rolland, 1996). Il donne une représentation schématique du cycle de développement ainsi que ses principes. Ces modèles donnent des séquencements particuliers d'étapes et de phases, ce qui correspond bien à la dimension « Quelles tâches et quel enchaînement » de description du processus de développement de système d'information. Les modèles les plus connus sont le modèle en cascade (ou modèle de la fontaine) (Royce, 1970), le modèle en V, le modèle de prototypage (MCCracken *et al.*, 1982) ou encore le modèle de la spirale (Boehm, 1987). D'autres modèles ont été proposés, notamment par les sociétés de service et d'ingénierie informatique (SSII).

D'ailleurs, le tableau 2.2, extrait de (Marciniak *et al.*, 1997), donne une description brève d'autres modèles de développement, à savoir :

- Modèle du « code-and-fix » : premier modèle proposé, très simple.
- Modèle « faire faire » : cas de la sous-traitance.
- Modèle de la « transformation automatique » : ce modèle a pour but la production d'une spécification formelle et sa transformation selon des méthodes mathématiques.
- Modèle « réutiliser »
- Modèle de la « cascade » (waterfall approach) : les étapes sont représentées dans des processus séparés. Après chaque étape un livrable est produit, et il devient possible de passer à l'étape suivante.
- Modèle « évolutif » : étapes inversées par rapport au modèle de la cascade

- Modèle en « V » : il s'agit d'une variante du modèle en cascade, qui permet de faire le lien entre les phases du début et de la fin.
- Modèle en « W » : étape de validation supplémentaire par rapport au modèle en W.
- Modèle « acheter » : cas de l'achat d'un progiciel.
- Modèle du « prototypage » : ce modèle consiste à faire évoluer un prototype initial jusqu'à obtention du système définitif.
- Modèle en « spirale » : ce modèle considère le niveau de risque à chaque étape, après chaque phase il est possible de revenir à la phase précédente.
- Modèle de « reconfiguration de logiciel »
- Modèle du cycle « RAD »

Modèle de développement	Description	Phases	Enchaînement
"Coder et finaliser" (ou "cod and fix") : Mode originel	Approche au coup par coup des besoins des utilisateurs. La programmation est une affaire d'experts.	# Compréhension rapide du problème # Programmation # Mise au point	Itératif
"Faire faire" : Mode originel	Recours à une S.S.I.I Mixé avec d'autres modes utilisés par le maître d'œuvre. Comporte une base contractuelle.	Point de vue du maître d'ouvrage : # Appel d'offres # Sélection du maître d'œuvre # Supervision du maître d'œuvre # Recette	Séquentiel pour le maître d'ouvrage.
"Transformer" Objectif originel : automatiser	Cycle automatisé après la définition des besoins. Existe partiellement dans les autres modes dès lors que des outils logiciels sont utilisés. C'est un objectif poursuivi depuis l'origine de l'informatique non atteint complètement.	# Définition des besoins # Spécifications formelles # Compilation automatique # Test	Itératif
"Réutiliser" 1963 En vogue notamment avec les méthodes objet	Utilisation d'une bibliothèque de modules, d'objets. Mixé à d'autres modèles. Bibliothèque variée : code, données, spécifications, conception.	# Phases non encore clairement spécifiées # Temps passé à concevoir et réaliser des objets réutilisables # Impact sur le management de la configuration # Approches techniques multiples	Séquentiel pour la création de modules réutilisables. Itératif pour le réemploi.
"Cascade" 1965	Chaque étape donne lieu à un contrôle. On ne passe à l'étape suivante que si le résultat du contrôle est satisfaisant.	# Etude de faisabilité # Définition des besoins # Conception générale # Conception détaillée # Codage # Intégration # Implémentation	Séquentiel
"Évolutif" : 1970	Succession de cycles aux étapes inversées par rapport à la cascade. Chaque cycle démarre par la programmation, puis il y a expérimentation du logiciel par l'expression des besoins utilisateurs. Modèle mis en place pour les premiers systèmes d'information d'aide à la décision.	# Programmation # Expérimentation # Détermination des besoins	Itératif

Modèle de développement	Description	Phases	Enchaînement
"Modèle en V" : dès 1970 pour les systèmes temps réel	Découpage double : activités et produit. Les composants sont développés et testés séparément. Alternative à la cascade.	# Définition des besoins # Conception générale # Conception détaillée du composant i # Codage du composant i # Test du composant i. # Test du système de n composants # Test d'acceptation	Séquentiel et itératif
"Modèle en W"	Une étape de validation de la conception est rajoutée au modèle en V. La validation est réalisée grâce à une maquette. Des outils logiciels sont utilisés pour élaborer la maquette.	# Définition des besoins # Conception générale # Elaboration d'une maquette # Validation conception générale # Conception détaillée du composant i # Codage du composant i # Test du composant i # Test du système de n composants # Test d'acceptation	Séquentiel et itératif
"Acheter" : 1975	Achat de progiciels. Comporte une base contractuelle.	# Définition des besoins # Analyse de l'offre disponible # Présélection des progiciels #Sélection du progiciel # Paramétrage # Réalisation d'interface # Mise en œuvre	Séquentiel
"Prototypage" : 1984	Modèle évolutif avec prototype. Utilisation de prototypeur.	# Elaboration d'un prototype # Expérimentation # Détermination des besoins	Itératif
"Spirale" : 1985	Mixage du prototypage et du modèle évolutif. Il y a prototypage au cours de chaque cycle. La version finale est développée au cours du dernier cycle.	# Analyse du risque # Développement d'un prototype # Simulation et essais du prototype # Détermination des besoins # Validation des besoins # Planification du cycle suivant.	Itératif
"Reconfiguration de logiciel" : 1990	Projet de maintenance visant à restructurer des logiciels préexistants et utilisés par l'entreprise. Mixé avec des outils de logiciels spécifiques.	# Analyse du contexte spécifique du logiciel à reconfigurer # Définition et standardisation des données # Analyse des traitements # Conversion du langage # Restructuration du code # Décomposition modulaire	Séquentiel

Modèle de développement	Description	Phases	Enchaînement
"RAD" 1991 : initialisé en 1985 par la société DuPont	Petits projets : # durée limitée à 6 mois maximum # petite équipe de professionnels affectés à plein temps (maximum 7 dont au moins 1 utilisateur) Champ du métier concerné bien circonscrit Forte autonomie de décision : fonctionne en commando. Disponibilité d'outils puissants.	# Initiation # Modélisation # Construction # Mise en production	Séquentiel et itératif pour la construction par prototypage.

Tableau 2.2 : « Les différents modèles de développement » (Marciniak et al., 1997)

Le découpage projet tel que nous venons de le présenter est indispensable au pilotage temporel du projet. Ce dernier va s'articuler, comme nous allons le voir, autour de l'estimation des charges et de la planification.

2.3.2 L'estimation des charges de travail

2.3.2.1 Le principe de l'estimation des charges

L'estimation des charges est nécessaire à la planification. En effet, elle permet de cerner la durée du projet, de déterminer les ressources humaines à mettre en œuvre pour tenir les délais imposés mais aussi de valider la pertinence du découpage projet.

L'estimation permet de mesurer une charge ou une durée. Ces deux notions ne doivent pas être confondues :

- La charge représente une quantité de travail nécessaire, indépendamment du nombre de personnes qui vont effectivement réaliser ce travail. Elle permet notamment d'obtenir un coût prévisionnel. Elle s'exprime en jour/homme, mois/homme ou encore année/homme. Un mois/homme représente l'équivalent du travail d'une personne pendant un mois, soit généralement 20 jours.
- La durée, quant à elle, dépend du nombre de personnes. Ainsi, soixante mois/homme, ce peut être aussi bien une personne pendant cinq ans, cinq personnes pendant douze mois, dix personnes pendant six mois, ...

2.3.2.2 Application au développement des SI

Chantal Morley dans (Morley, 1996) donne deux grandes catégories de techniques d'estimation, à savoir :

- Les non-méthodes, qui sont des lois ou règles justifiant l'existence des méthodes d'estimation. En effet, la méthode dite de Parkinson, par exemple, énonce la loi suivante : « Le travail se dilate jusqu'à remplir tout le temps disponible, sans estimation la vitesse d'avancement est ajustée spontanément à la durée de disponibilité des individus. »
- Les méthodes basées soit sur le jugement d'expert (méthode Delphi), sur la répartition proportionnelle ou encore l'utilisation d'un modèle de type économétrique.

Les méthodes d'estimation s'insèrent totalement ou partiellement, dans un schéma général, représenté figure 2.10, comportant les étapes suivantes (Morley, 1996) :

- Construire une base de connaissance rassemblant l'expertise des projets antérieurs
- Faire une estimation de la taille du projet à l'aide d'une unité de mesure
- Convertir la taille en charge
- Eventuellement ajuster la taille ou la charge brute en raison de certaines particularités du projet
- Répartir la charge dans les différentes étapes

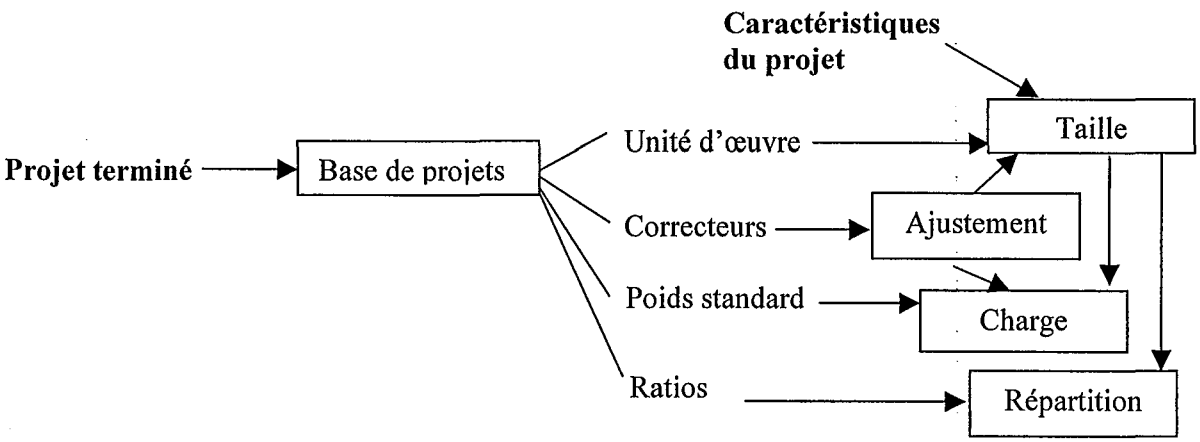


Figure 2.10 : Schéma général de fonctionnement des techniques d'estimation

Les différentes techniques d'estimation présentées dans le tableau 2.3 s'appuient sur des unités métriques différentes. Cependant, elles font toutes un lien entre la charge de travail et des éléments techniques du projet à savoir le nombre de programmes à développer ou de lignes de codes à écrire. Elles sont donc intéressantes et utiles lorsque le projet est déjà avancé.

Type	Sous-type	Nom	Principe
Non méthode		"Méthode dite de Parkinson"	"Loi" correspondant à l'évaluation des charges stipule que "le travail se dilate jusqu'à remplir le temps disponible" : sans estimation, la vitesse d'avancement est spontanément ajustée à la durée de disponibilité des individus.
		"Méthode dite du Marché"	La charge correspond au prix à proposer pour remporter le marché.
Méthode	Jugement d'expert	Méthode Delphi	Cette technique permet le passage entre une base non partagée de connaissances et l'estimation des charges
	Répartition proportionnelle	Méthode de répartition proportionnelle	Elle se focalise sur les problèmes de répartition à partir des ratios. A chaque étape standard de développement est associée un certain pourcentage de la charge totale du projet.
	Modèle	Modèle de Cocomo	Ces deux techniques partent d'une estimation de la taille en nombres de lignes du logiciel, pour ensuite la

Type	Sous-type	Nom	Principe
Méthode	Modèle	Modèle de Diebold	convertir en charge. L'ajustement par les facteurs correcteurs se fait sur la charge. Le modèle de Diebold est une version simplifiée du modèle de Cocomo.
	Modèle	Evaluation analytique	Cette technique fait une estimation de la taille en nombre de programmes, auxquels correspondent des poids standards. Elle s'appuie sur une typologie des programmes à développer. Les unités d'œuvre sont donc les différents types de programmes. La typologie est permanente, mais le poids standard affecté aux unités d'œuvre varie en fonction de l'environnement et de l'équipe de développement.
	Modèle	Méthode des points fonctionnels	Cette technique propose une mesure de la taille à l'aide d'une métrique nouvelle : le "point de fonction". Il s'agit de faire une estimation à partir d'une description externe du futur en termes de composants fonctionnels (5 types différents) et de niveaux de complexité. La taille est éventuellement ajustée selon divers facteurs correcteurs. La conversion en charge est fonction de l'environnement de travail.

Tableau 2.3 : Tableau des techniques d'estimation

L'estimation des charges constitue un ensemble de techniques complémentaires et nécessaires à la planification du projet. Cette dernière va permettre, comme nous allons le voir, de définir les durées, les contraintes d'enchaînement ainsi que les ressources allouées aux différentes tâches.

2.3.3 La planification du projet

2.3.3.1 Le principe de la planification projet

La planification d'un projet comporte deux aspects, marqués par l'utilisation de deux techniques complémentaires : la technique PERT (Lissargue, 1981 ; Poggiolo, 1976) et la technique GANTT (Cazaubon *et al.*) (cf. figure 2.11).

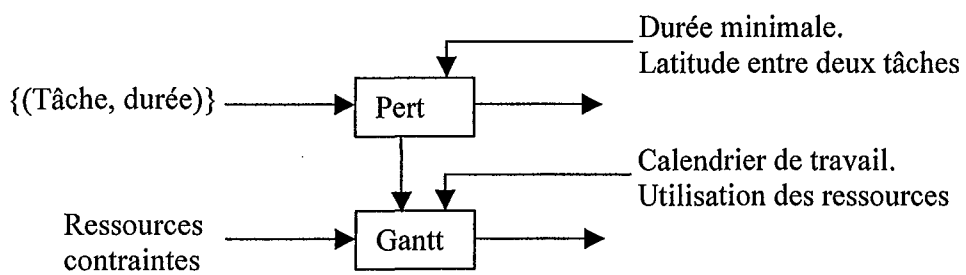


Figure 2.11 : Les deux techniques de planification de projet

Les techniques de planification se basent sur les caractéristiques des différents éléments résultant d'un découpage de type WBS (work breakdown structure) et de l'estimation de

durée associée. La planification oblige à réfléchir aux contraintes d'ordonnancement des tâches et aux possibilités de parallélisme.

La technique Pert permet de calculer la durée minimale du projet, ainsi que les temps d'attente éventuels entre deux tâches. Après une première planification, il est possible d'ajuster le découpage ou de chercher à assouplir certaines contraintes. En effet, un parallélisme faible offre peu de marge de manœuvre dans la répartition du travail.

La technique Gantt, quant à elle, permet d'établir un calendrier de travail. Pour cela, il faut faire une hypothèse sur les ressources qui seront disponibles et parfois prendre en compte les contraintes de disponibilité attachées aux ressources.

Ces techniques relatives à la gestion de projet en général sont elles aussi mises en œuvre en développement de système d'information. Dans ce cadre, il n'y a pas de travaux spécifiques au domaine.

Au-delà de la planification des tâches, le projet est aussi un système d'acteurs dont il faut organiser le travail. Cette dimension est relative à la dimension (« Avec quelles ressources ») du processus de développement.

2.3.4 L'organisation du travail

2.3.4.1 Principe de l'organisation du travail

Tant que le projet est simple et qu'il peut être réalisé par un homme seul, les problèmes d'organisation sont relativement peu importants : ils relèvent de l'organisation personnelle. Dès qu'un nombre important d'intervenants est amené à consacrer du temps (plus ou moins partiel) à la réalisation du projet, il y a lieu de se pencher sur les liaisons à établir entre eux et de définir des responsabilités et des règles de prise de décision.

Dans (AFITEP, 2001) quatre formes d'organisation projet sont présentées :

- Projet avec « facilitateur » : un assistant d'un des membres de la direction de l'entreprise que l'on peut considérer comme le véritable responsable projet. Il fait circuler l'information et propose des suggestions aux divers intervenants. Il n'a aucun contrôle sur l'utilisation des ressources ; il agit sur demande de son supérieur hiérarchique.
- Projet avec « coordonnateur » : il y a dans l'organisation projet désignation d'un coordonnateur projet. Ce dernier n'a pas d'autorité hiérarchique sur l'équipe projet mais une autorité fonctionnelle. Il dispose de pouvoirs découlant de sa position, de son niveau d'expertise et de ses connaissances. Il suit le projet de manière continue.
- Le projet « matriciel » : le chef de projet planifie, organise et contrôle l'activité de l'équipe projet. Il est responsable de l'utilisation des ressources pour son projet mais l'équipe projet ne dépend pas hiérarchiquement de lui.
- Le projet « task force » : dans ce type d'organisation le chef de projet a la responsabilité complète du projet, érigé en structure totalement indépendante.

L'application de ces formes d'organisation au développement des SI va conduire à une typologie des acteurs concernés.

2.3.4.2 Application au développement des systèmes d'information

Dans les projets de développement de système d'information, trois types d'acteurs c'est-à-dire des personnes jouant un rôle dans le projet peuvent être identifiés (Morley, 1996), à savoir :

- Le couple maître d'œuvre – maître d'ouvrage
- L'équipe de projet
- Les utilisateurs.

Les rôles maître d'œuvre et maître d'ouvrage sont issus des grands projets industriels. Ils sont liés par une relation contractuelle. Le maître d'ouvrage représente le client. Partant d'une demande des futurs utilisateurs du système, il établit un cahier des charges qui peut servir de base à un appel d'offres. Après discussions sur une ou plusieurs propositions reçues, il passe contrat avec un fournisseur qui jouera le rôle de maître d'œuvre. Ce dernier est responsable de la conduite du projet. Le maître d'ouvrage assure le suivi de l'avancement du projet, selon les modalités contractuellement définies. Il pilote la mise en œuvre du projet.

L'équipe projet rassemble les différents acteurs affectés au projet c'est-à-dire le chef de projet, le concepteur, le développeur. Les concepteurs et les développeurs sont assistés par d'autres acteurs occupant des rôles fonctionnels.

Le rôle de l'utilisateur peut être mis en correspondance avec des fonctions permanentes. Il s'agit de repérer les acteurs qui vont jouer pour le projet les rôles des utilisateurs, qu'ils soient ou non l'utilisateur du futur système. Trois types d'utilisateurs peuvent être distingués : l'utilisateur final (celui qui va utiliser le système dans son travail quotidien), l'utilisateur gestionnaire (opérationnel qui a des responsabilités d'encadrement) et l'utilisateur décideur (celui qui a le pouvoir de modifier les règles du système de gestion).

La figure 2.12 donne un exemple de structure projet. Le rôle du chef de projet a été dédoublé en directeur de projet, responsable des relations contractuelles avec le client et le manager responsable de l'avancement du travail. Le premier s'occupe des affaires extérieures et le second des affaires internes. Par ailleurs, deux rôles fonctionnels apparaissent sur cet exemple de structure projet. Le support technique apporte conseil et maintenance aux équipes de production. Ce peut, par exemple, être un expert RAD (Rapid Application Development). Ces personnes n'interviennent que ponctuellement sur le projet. D'autres fonctions pourraient apparaître comme le contrôle qualité.

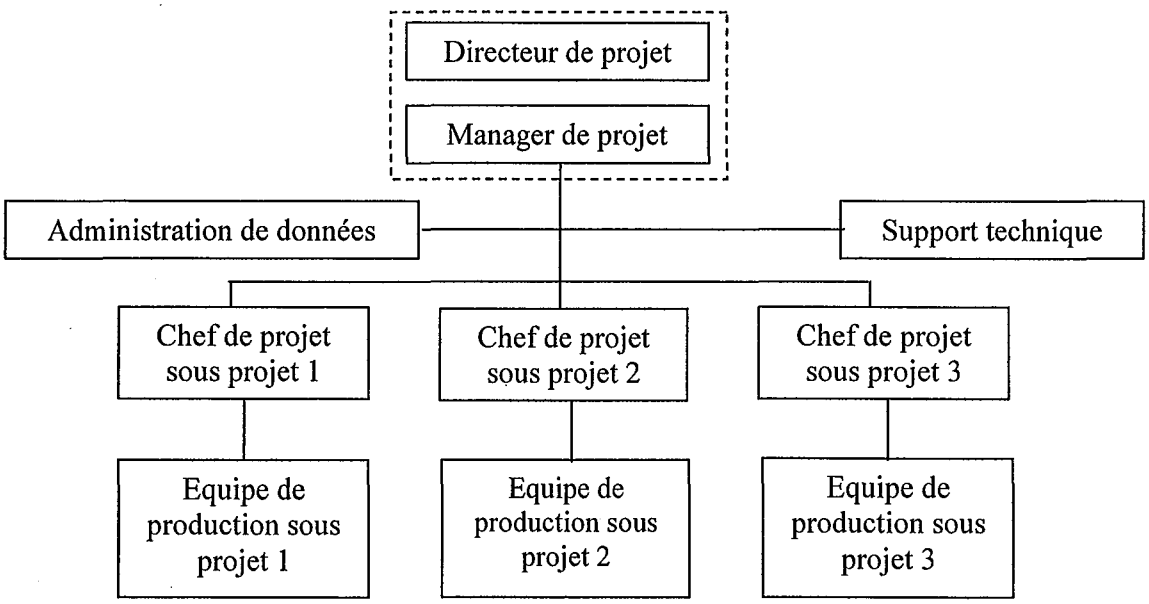


Figure 2.12 : Exemple d'organisation d'un projet (Morley, 1996)

Nous venons de brosser un tableau succinct de l'organisation du travail dans le cadre d'un projet. Nous n'aborderons pas les dimensions relatives au rôle du chef de projet avec notamment les styles managériaux potentiels ou encore la gestion des conflits. En effet, par la description du processus de développement de SI autour de cinq dimensions nous voulions simplement mettre l'accent sur la complexité de ce type de projets.

2.4 Synthèse : de la complexité du développement au développement contingent

La description du processus du développement sous travers cinq dimensions (« Quels modèles construire ? », « Comment les construire ? », « Comment regrouper les cativités en tâches ? », « Quans réaliser ces tâches ? », « Avec quelles ressources ? ») montre la complexité de ce processus d'un point de vue structurel. La complexité structurelle d'un projet en général est définie dans (Williams, 1999) comme le nombre d'éléments différents à prendre en compte ainsi que leur interdépendance. Chantal Morley dans (Morley, 2000) ou encore Marciniak dans (Marciniak, 1996) donnent une vision similaire de la complexité des projets informatique. Ainsi, les deux aspects de la complexité structurelle du projet (variété et multitude des éléments et leur interdépendance) induisent le même type de complexité sur les travaux de recherche associés. En effet, ces travaux sont nombreux et variés pour répondre à la variété des éléments à prendre en compte au cours d'un projet de développement de système d'information. De même, l'interdépendance des éléments du projet, c'est-à-dire des cinq dimensions de description du processus de développement, a pour conséquence une liaison inter-dimensions des différents travaux associés. Ainsi, les méthodes ont été associées

aux dimensions « quels modèles? » et « comment les construire? ». Cependant, certaines d'entre elles préconisent un modèle de développement donné (Merise par exemple s'appuie sur le modèle en V), pourtant relatif à la dimension « quelles tâches et quel enchaînement ? ».

La variété des travaux et la dynamique des liens entre travaux constituent un ensemble de moyens dont disposent les acteurs du projet pour mener à bien le processus de développement et gérer sa complexité. Cependant, pour mettre en œuvre de manière efficace ces nombreux travaux, il est nécessaire de disposer de moyens de « navigation » et « d'adaptation ». C'est ce que propose de faire la branche des travaux de recherche consacrés aux processus contingents. Avant de passer à la description des travaux relatifs à ces processus nous présentons plus en détail la définition de la notion de contingence pour le développement des systèmes d'information.

Chapitre 3 : La notion de contingence pour le Développement des SI (DSI)

3.1 Définitions de la notion de contingence dans le cadre du DSI

3.1.1 Définitions

Dans le chapitre précédent, notamment par l'intermédiaire du tableau 2.1 qui ne se veut pas exhaustif, nous montrons cependant la variété des domaines (les cinq dimensions) traités par les travaux dont disposent les acteurs projet pour mener à bien le processus de développement de SI. Cette multitude et variété de travaux ont donné lieu à l'expansion d'une branche de recherches concernant la mise en place de processus contingents.

Cette notion est un principe largement reconnu dans le domaine du développement des systèmes d'information et de la conduite des projets afférents (Morley, 1999). Elle est d'ailleurs définie de la manière suivante :

« Le principe de contingence met l'accent sur le fait qu'il n'y ait pas de meilleure méthode dans l'absolu mais des méthodes plus ou moins adaptées à un projet et à un contexte. » (Reix, 1995)

« Les recherches concernant les approches contingentes en conception de système d'information ont débuté lorsqu'il a été reconnu qu'il n'y a pas une seule méthode pour tous les projets et toutes les situations de conception de système d'information et qu'il existe une variété de méthodes parmi lesquelles choisir. Dans ce cadre, les recherches mettent l'accent sur des approches de conception flexibles, rigoureuses et fonctionnelles dans le champ de la conception de système d'information. » (Zhu, 2002).

Comme le montre ces deux définitions, le principe de contingence s'attache au guidage du choix des méthodes et à leur adaptation au cours du développement des systèmes d'information. Comme nous l'avons souligné précédemment, il y a mise en exergue de l'interaction situation de projet/méthodes adéquates.

Ainsi, Juha-Pekka Tolvanen dans (Tolvanen, 1998) met l'accent sur la notion de développement local de méthodes et en donne une classification en fonction de la stratégie de développement de méthode mise en oeuvre. Dans ses travaux, le développement de méthode

est décrit comme la construction d'une expérience collective du développement de SI et de son utilisation pour mettre en place des pratiques systématiques de développement. Le développement « local » de méthode est, quant à lui, défini comme les essais des organisations pour développer leur propre méthode. Cela signifie que la « méthode locale » comprend des aspects non inclus dans les autres méthodes. Le développement local de méthodes est souvent conduit en combinant et en modifiant des méthodes existantes. Les étapes de développement local de méthode comportent la sélection de méthodes, la construction de méthodes, la sélection d'outils et leur adaptation, l'introduction de méthodes, et en dernier lieu l'utilisation de méthodes. Dans ce cadre trois stratégies de développement local de méthodes sont proposées :

- « text book » : L'approche classique de sélection et d'introduction de méthodes est certainement l'essai/erreur. Dans le cadre de cette stratégie, le choix des méthodes est fait à partir de la sélection d'une des méthodes « text book » puis celle-ci est introduite sans modification. Dans ce cas il n'y a ni construction de méthode ni adaptation.
- « contingency » : Dans le cadre de cette stratégie la sélection de méthodes est basée sur la théorie de la contingence. Cette approche suggère qu'il n'existe pas de méthode universelle acceptable qui soit applicable dans toutes les circonstances. Ainsi une approche contingente se base sur le fait que les situations peuvent être classifiées. Ainsi, les « frameworks » de contingence établissent un lien entre les méthodes et les situations projet. Les chercheurs adoptant les approches contingentes ont ainsi essayé d'identifier les caractéristiques proéminentes qui contrôlent les résultats d'utilisation des méthodes et prédisent leur pertinence. Les « frameworks » de contingence permettant la sélection de méthode, ne proposent pas nécessairement le développement de nouvelles méthodes. Les approches contingentes s'attachent essentiellement à la sélection d'une méthode appropriée, disponible plutôt qu'à construction détaillée de méthode.
- Ingénierie des méthodes : cette stratégie consiste à construire des méthodes de développement de SI pour répondre aux besoins particuliers d'un développement sans forcément faire appel à une librairie de méthodes existantes.

3.1.2 Synthèse

Les différentes définitions montrent que l'objectif des processus contingents est le choix et l'adaptation des méthodes à mettre en œuvre en cours de projet. Il s'agit bien là d'une réponse à la complexité de ce type de projet et des travaux afférents. Cependant, la seule adaptation des méthodes n'est pas suffisante. En effet, le processus de développement ne peut se réduire à cette seule vision puisque nous avons mis en évidence trois autres dimensions concernant la gestion de projet.

Ainsi, il est concevable de généraliser l'adaptation du processus de développement à tous les niveaux : tant pour l'aspect méthode que pour l'aspect projet. Cela semble d'autant plus pertinent que les propositions de développement contingent de SI prônent une adaptation au niveau méthode alors qu'une analyse plus fine montre qu'il s'agit partiellement en réalité d'une adaptation (ou contingence) au niveau projet.

Le tableau 3.1 replace les principales propositions de développement contingent de SI par rapport aux cinq dimensions de la problématique de développement des SI présentées au chapitre 2. Pour chaque approche, les dimensions adaptées sont grisées dans la ligne correspondante. Plus le ton de gris est foncé, plus l'aide à l'adaptation est poussée. Les cases hachurées correspondent aux adaptations préconisées mais non réalisées par l'approche.

	Quels modèles ?	Comment construire les modèles ?	Quelles tâches et quel enchaînement ?	Avec quelles ressources ?	A quel moment ?
Ingénierie des Méthodes « pur »					
Eurométhode					
V-Model					
Morley 1					
Morley 2					
Kiefer					
Van Slooten					
Zhu					

Tableau 3.1: Dimension adaptée par les approches contingentes de développement de système d'information

Le paragraphe suivant donne une description des principales approches contingentes, nous ne présentons pas les premières propositions telles que (Gorry *et al.*, 1971) (Naumann *et al.*, 1978), (Davis, 1982) ou encore (Burns *et al.*, 1985). En effet, ces approches restent assez basiques, dans le sens où elles donnent le modèle de développement à mettre en œuvre en fonction du type de système d'information à développer et du couple incertitude/complexité projet.

3.2 Présentation des principales approches contingentes de développement de SI

3.2.1 Ingénierie des méthodes

3.2.1.1 Définition de l'ingénierie des méthodes

Les évolutions des méthodes d'ingénierie des SI ont donné lieu au début des années 1990 à l'apparition d'un nouveau domaine : l'ingénierie des méthodes (Welke *et al.*, 1992). Dans ce cadre il s'agit non plus de concevoir et de mettre en œuvre des SI mais de construire, modifier et améliorer des méthodes (modèles, processus et outils) (Heym *et al.*, 1993).

S. Brinkkemper définit, par ailleurs, l'ingénierie des méthodes comme « une discipline de conceptualisation, de construction et d'adaptation de méthodes, de techniques et d'outils pour le développement des systèmes d'information. » (Brinkkemper, 1996). Selon cette définition,

cette discipline s'attache à la définition de techniques et d'outils de construction d'approches de développement et des modèles et techniques support associés. Ainsi, l'ingénierie des méthodes est relative aux dimensions « Quels modèles » et « Comment les construire » du processus de développement tel que nous les avons décrites au chapitre 2.

3.2.1.2 Différentes manières de construire des modèles de méthodes

Dans le cadre de l'ingénierie des méthodes, comme le souligne Ralyté dans (Ralyté, 2001b), la construction de méthodes peut se faire à partir de rien (sauf bien entendu l'expérience du domaine d'application) ou sur la base de méthodes existantes (cf. figure 3.1).

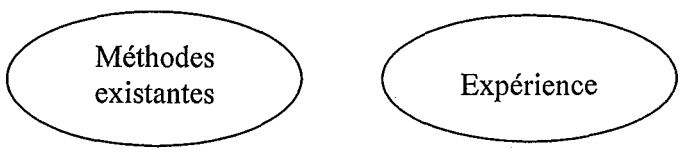


Figure 3.1 : Sources potentielles pour la construction de méthodes

L'ingénierie des méthodes (cf. figure 3.2) va consister à définir une méthode particulière soit :

- « ad hoc », en se basant sur l'expérience, c'est-à-dire en créant un modèle spécifique
- par instanciation d'un méta-modèle de référence (méta-modèle 1)
- par assemblage de composants de méthodes (méta-modèle 2). Les modèles de ces composants sont construits à partir d'un méta-modèle commun aux méthodes existantes.

Ralyté, dans le cadre de référence de l'ingénierie des méthodes proposé dans (Ralyté, 2001b) donne six stratégies de construction de méthodes : « ad-hoc », patron, méta-modélisation, langage de modélisation, assemblage et outils CAME. Par rapport à notre problématique d'adaptation, le patron peut être vu comme un type particulier de composant de méthode. En effet, il s'agit d'un assemblage d'éléments de solution issus de méthodes différentes, et parfaitement adaptés à la résolution d'un problème général donné bien défini. Par conséquent, nous le considérons comme un cas particulier de l'assemblage. Les techniques d'assemblage proposent de construire une nouvelle méthode pour un projet donné en assemblant des fragments de méthodes. Ces techniques supposent de redéfinir les méthodes existantes sous forme de composants (mise en œuvre d'un méta-modèle de composants), de stocker ces composants dans une base et de proposer des techniques d'assemblage des différents composants de méthodes nécessaires pour un projet. Les langages de modélisation sont un type de support nécessaire à la méta-modélisation. En dernier lieu, nous considérons, les outils CAME comme des supports aux autres techniques.

Le méta-modèle fait donc à la fois référence à un modèle dont les instances sont des modèles (définition 1) et à la représentation d'un modèle fait avec un modèle (définition 2) (Cauvet et al., 2001).

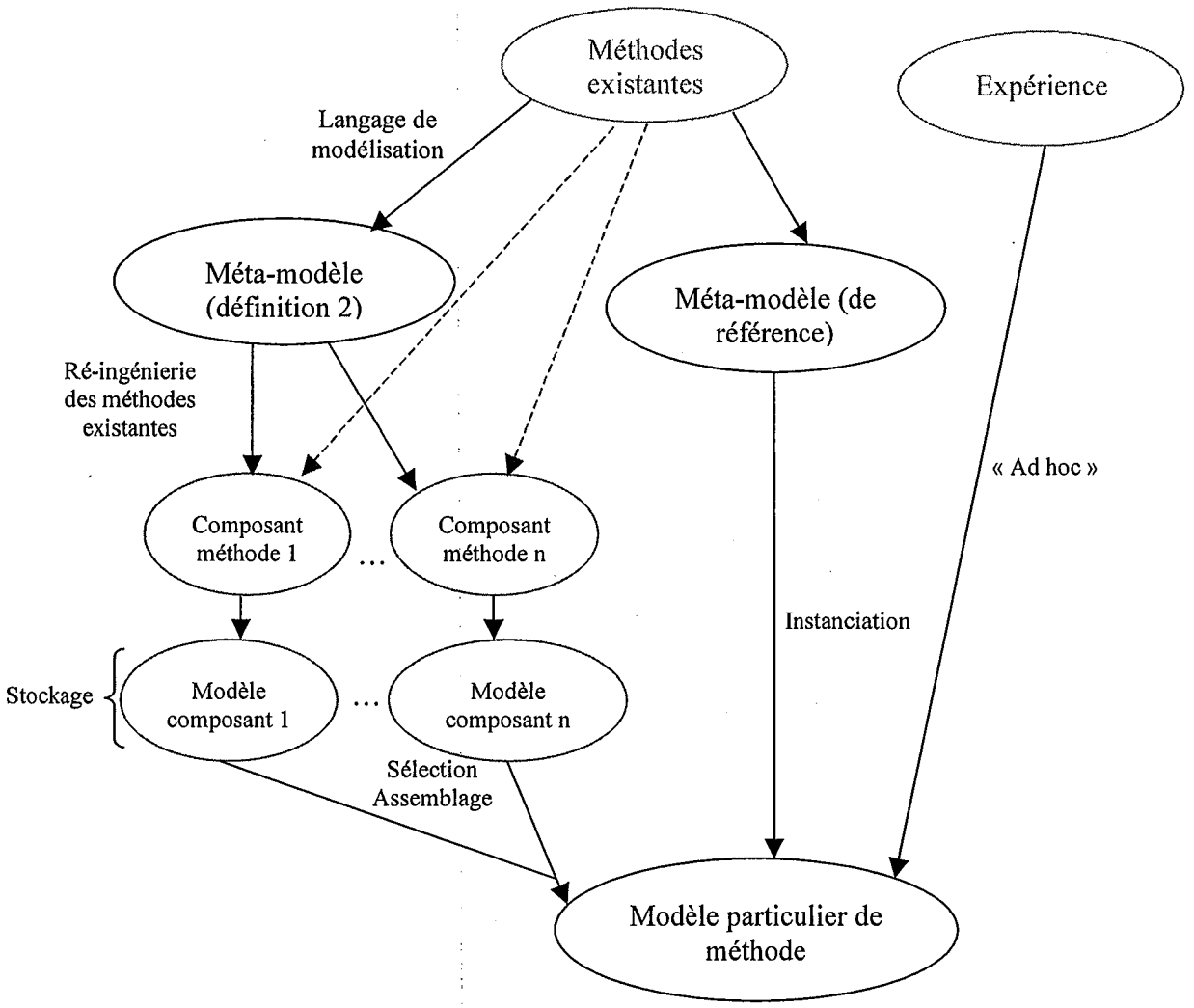


Figure 3.2 : Différentes manières de construire des modèles de méthodes

Les différentes techniques « ad hoc », « instanciation » et « assemblage » permettent d'obtenir un modèle particulier de méthode. A partir de cette vision de l'ingénierie des méthodes, il nous reste à traiter l'aspect projet pour compléter le processus de développement du système d'information. Une approche simple (cf. figure 3.3) est de transformer le modèle particulier de méthode en méthode particulière opérationnelle (documents, support informatique, instructions, ...), puis de diffuser cette méthode au sein du projet de développement.

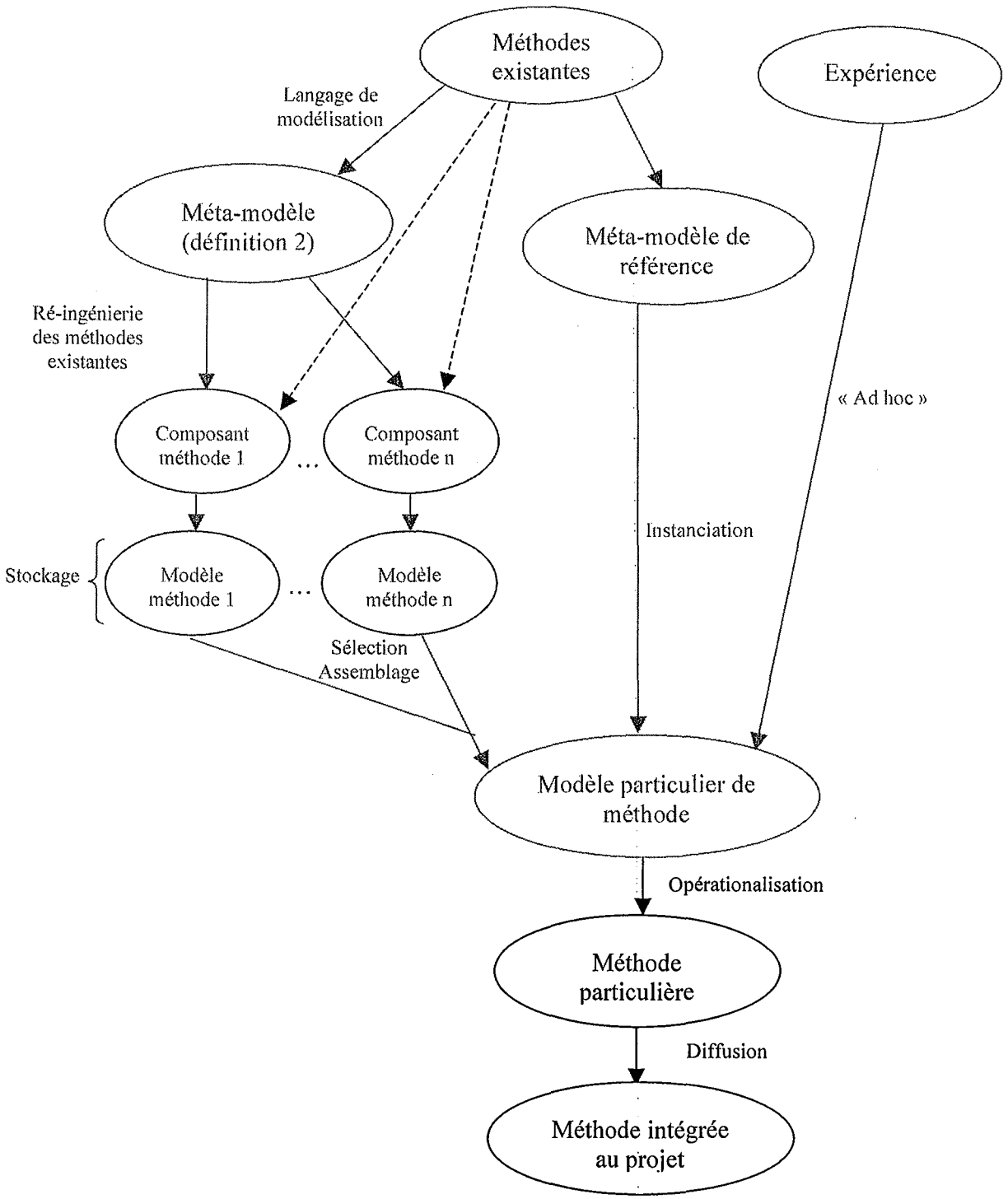


Figure 3.3 : Du modèle de méthode à son intégration au cours du projet

3.2.1.3 Vers l'ingénierie des méthodes « étendue »

L'ingénierie des méthodes au sens strict, tel que nous l'avons définie au paragraphe 3.2.1.1 s'attache à l'aspect méthode du processus de développement. L'interaction avec l'aspect projet relatif aux dimensions organisationnelles du projet se réduit dans le paragraphe précédent à la phase d'opérationnalisation, simple séquence suivant le travail sur la

construction du modèle particulier de méthode. Or, nous avons vu au chapitre 2 que les interactions entre les aspects « méthode » et « projet » étaient plus complexes.

D'ailleurs, certains travaux que nous classons dans la catégorie d'ingénierie des méthodes « étendue » alors qu'il est courant de les trouver sous l'appellation d'ingénierie des méthodes, intègrent d'une manière ou d'une autre le traitement de l'aspect projet. C'est le cas, par exemple, des travaux autour du concept de patron. L'exploitation des techniques à base de patrons facilite l'opérationalisation de la méthode à partir des choix faits au niveau des méta-modèles. Un patron est en fait une solution à un problème qui se produit souvent dans notre environnement, décrite de manière à ce qu'on puisse utiliser cette solution un million de fois sans pour autant faire deux fois la même chose (Alexander *et al.*, 1979). Le patron propose donc une solution réutilisable dans toute situation où le problème concerné apparaît. Les travaux de Gzara (Gzara *et al.*, 2000) appliquent cette technique à l'ingénierie des systèmes d'information produit. Certains patrons proposés comme le patron « spécifier un SIP (Système d'information Produit) » (cf. figure 3.4) incluent, à côté des éléments de méthodes, des éléments relatifs à l'aspect projet. En effet, il est fait référence tant aux modèles à construire qu'à la démarche.

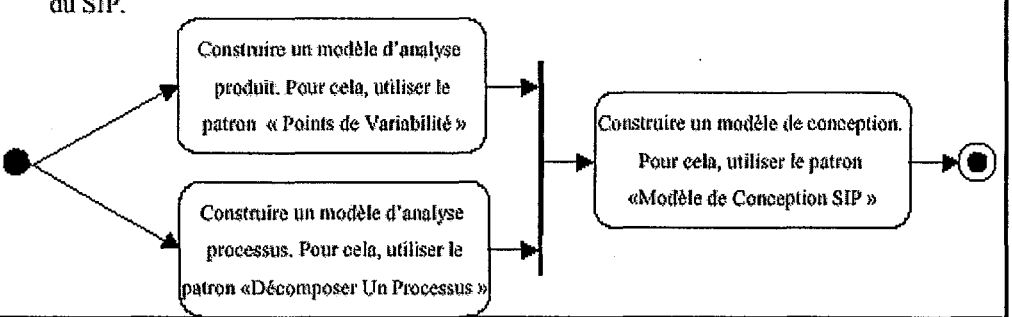
Nom	Spécifier un SIP
Problème	Guider le concepteur du SIP dans l'utilisation des divers patrons du catalogue SIP.
Motivation	Une démarche de spécification de SIP suit un ensemble plus ou moins ordonné d'étapes. Ainsi, pour construire un modèle de conception illustrant les objets informatiques mis en collaboration dans le Système d'Information Informatisé (SII) nécessite de connaître les objets métiers du Système d'Information Organisationnel (SIO) ainsi que les traitements attendus du SII. Ces derniers ne peuvent être identifiés qu'à l'issue de la description des processus métier du SIO. Par ailleurs la description des processus métiers du SIO peut nécessiter la connaissance des objets métiers mis en jeu dans le SIO.
Force	Ce patron guide l'analyse et la conception du SIP d'une façon rigoureuse.
Contexte	Ce patron ne nécessite aucun autre patron ou modèle pour être appliqué.
Solution-démarche	1. identifier les objets métiers associés au produit et gérés dans le SIO. Les structurer dans un modèle d'analyse produit. Pour cela appliquer le patron "Points de Variabilité" 2. représenter les processus gérés dans le SIO. Pour cela, appliquer le patron "Décomposer Un Processus". 3. Construire le modèle de conception représentant les objets du SII associé au SIO. Pour cela appliquer le patron "Modèle de Conception SIP". L'application de ce patron nécessite la description préalable des objets métiers associés au produit ainsi que les processus métiers du SIP. 
Solution-modèle	A l'application de la solution-démarche, on obtient le modèle d'analyse produit, le modèle d'analyse processus et le modèle de conception du SIP.
Utilise	{Points de Variabilité, Décomposer Un Processus, Modèle de Conception SIP}

Figure 3.4 : Exemple de patron proposé par Gzara (Gzara, 2000)

De même Van Slooten (van Slooten *et al.*, 1996) ou encore (Punter *et al.*, 1996) proposent dans une seule et même base de méthodes à la fois des fragments de méthodes et des éléments de type « carte de route ». Certains auteurs comme Ralyté (Ralyté, 2001a) considère la carte de route et les fragments de méthodes proposés par Van Slooten comme des composants de méthodes de niveaux différents. Cependant les cartes de route ne sont pas des fragments de méthodes au sens strict du terme mais bel et bien des éléments relatifs à l'aspect projet. En effet, la carte de route comporte entre autre le séquencement des tâches du projet.

Ainsi, les travaux tels que Van Slooten (van Slooten et al., 1996), Eurométhode (Commission Centrale des Marchés, 1996c) ou encore V-Model (General Directive 250, 1997) ne sont pas présentés dans ce paragraphe mais dans les paragraphes suivants. Ces paragraphes sont consacrés aux travaux qui intègrent les cinq dimensions relatives au processus de

développement, alors que l'ingénierie des méthodes au sens strict met l'accent sur l'aspect méthodes (quels modèles et comment les construire). Ces travaux tels que ceux menés au centre de recherche en informatique de Paris (Deneckère, 2002 ; Ralyté, 2001a) ou encore dans (Hofstede *et al.*, 1997), (Hofstede *et al.*, 1998) et (Brinkkemper *et al.*, 1999) proposent la représentation des méthodes sous forme de composant facilitant leur stockage et leur assemblage ou encore la définition de processus formels d'extension de méthodes. Ces travaux sont donc complémentaires à ceux de Van Slooten (van Slooten et al., 1996) ou encore de Punter (Punter et al., 1996) qui mettent plus l'accent sur une gestion parallèle des 5 dimensions du processus de développement.

3.2.2 Eurométhode

3.2.2.1 Objectifs

Le projet européen Eurométhode (Commission Centrale des Marchés, 1996c), amorcé en 1989, a été financé par le Groupe des Marchés Publics de la Commission Européenne. L'un de ses objectifs majeurs est d'aider dans l'acquisition effective de systèmes d'information et des services associés dans un ensemble de situations variées. Eurométhode encourage les clients et les fournisseurs à contrôler les coûts et les échelles de temps pour manager les risques et contribuer à l'amélioration de la compréhension mutuelle.

Les objectifs d'Eurométhode sont :

- D'assister la compréhension mutuelle entre clients et fournisseurs de projets SI et de services dans un marché international ouvert, en fournissant des conseils étayés par un ensemble de concepts et une terminologie à utiliser dans les transactions
- D'améliorer l'acquisition des SI et des services en prenant en compte la situation de problème et les risques associés
- Fournir un cadre d'harmonisation de la terminologie des méthodes

3.2.2.2 Démarche proposée, grands principes de fonctionnement

Eurométhode vise à améliorer la relation *client-fournisseur* dans le développement d'un système d'information en définissant un processus de planification des activités mettant en jeu ces relations. L'approche est situationnelle dans le sens où Eurométhode ne préconise pas une démarche unique mais permet de construire une démarche adaptée à la situation particulière de chaque projet. Eurométhode fournit pour cela, un ensemble de critères d'évaluation de la situation spécifique d'un projet, un ensemble de stratégies de planification et un ensemble de règles méthodologiques - des méta-règles - pour choisir et agencer les stratégies les mieux adaptées au projet.

De manière plus précise, Eurométhode décrit les différentes fournitures attachées à un projet :

- Le plan de livraison : il s'agit d'une fourniture élaborée lors du processus de passation de marché et affinée par la suite. Il décrit les engagements contractuels réciproques du client et du fournisseur en termes d'information à fournir ou de produits à livrer.
- Les fournitures relatives au domaine cible sont celles pour lesquelles le client paie réellement : c'est ce qu'il souhaite obtenir et pour lequel il a fait appel au fournisseur. Eurométhode considère qu'elles correspondent soit à tout ou partie du système d'information opérationnel (application ou une partie de l'applicatif) ; soit à des descriptions du système d'information considéré (description de l'existant, description du système cible, documentation , plan de formation, ...)
- Les fournitures relatives au domaine du projet : ce sont celles qui permettent au client d'avoir une visibilité sur l'avancement des travaux effectués par le fournisseur. L'objectif visé par ces fournitures est de pouvoir contrôler à la fois la maîtrise du processus par le fournisseur et la qualité des produits en cours d'élaboration.

Pour Eurométhode, le plan de livraison doit contenir trois éléments :

- La description de la situation de problème
- La stratégie d'adaptation du SI (Eurométhode considère la notion de développement de système d'information équivalente à celle d'adaptation du SI. Une adaptation du SI désigne toute modification (correction, amélioration, automatisation, introduction ou inclusion d'un nouveau système informatique, etc.) d'un SI pour répondre aux besoins d'une organisation. Le processus d'adaptation inclut à la fois la maintenance du système, la conception du système, la rétroconception, l'installation du système, des études variées etc.)
- La séquence et la description des points de décision

Ainsi, Eurométhode met l'accent sur les décisions et les fournitures mais ne prescrit pas directement les activités à réaliser ou les techniques à mettre en œuvre, de manière à préserver l'avantage compétitif d'une méthode de développement propre à chaque fournisseur.

3.2.2.3 Description de la situation de problème

La description de la situation de problème est fournie par le client. Dans ce cadre, Eurométhode donne des règles pour définir un projet qui soit faisable en termes d'état initial et final. Ainsi, comme le montre le tableau 3.2 , il y a description d'états typiques et mise en avant des combinaisons d'états qui sont gérables et celles qui le sont moins. De même, une check-list avec les descriptions des documentations types des états initial et final est donnée.

Etat final / Etat initial	Documentation de SI	Etude de modification de SI	Etude de modification de système informatisé	Conception de business détaillée	Conception technique détaillée	SI testé	SI installé
SI non documenté	_	_	_	!	!	!	!
SI documenté	_	_	_	!	!	!	!
Problème de description	_	_	_	!	!	!	!
Conception globale	x	_	_	_	_	!	!
Conception de business détaillé	x	x	x	_	_	_	_

État final / État initial	Documentation de SI	Etude de modification de SI	Etude de modification de système informatisé	Conception de business détaillée	Conception technique détaillée	SI testé	SI installé
Conception technique détaillée	x	x	x	x	_	_	_
SI testé	x	x	x	x	x	_	_

Légende :
_ : généralement une seule adaptation de SI
! : division de l'adaptation de SI, devrait être prise en considération
x : combinaison invalide

Tableau 3.2: Combinaison des états initiaux et finaux d'adaptation de système d'information (Commission Centrale des Marchés, 1996c)

3.2.2.4 Détermination de la stratégie d'adaptation

La stratégie d'adaptation contient le raisonnement qui conduit à l'établissement de la séquence de points de décision. Elle porte sur la démarche de description du système, la démarche de mise en service du système (mise en œuvre), la démarche de construction du système (réalisation) ainsi que sur le contrôle du projet (production du projet, qualité du projet, contrôle des configurations).

Eurométhode considère qu'il n'est pas souhaitable de s'en tenir à une approche unique pour mener un projet d'adaptation de système d'information. Ainsi, elle propose d'utiliser les propriétés de la situation de problème (contexte projet), en l'occurrence sa complexité et son incertitude, pour déterminer la stratégie la plus adaptée. Ainsi, une quarantaine de critères de caractérisation, encore appelés facteurs situationnels, ont été proposés. Pour en faciliter l'évaluation, ils ont été classés dans une matrice à deux dimensions : les caractéristiques du domaine et des connaissances.

La dimension domaine s'attache à la partie de l'organisation à étudier au cours de l'adaptation du SI. Deux types de domaines différents sont considérés :

- Le domaine cible : partie de l'organisation pour laquelle le SI devra être adapté. Les critères ou facteurs relatifs au domaine cible sont regroupés en deux classes :
  - Le SI : propriétés du système d'information en général
  - Le système informatique : propriétés spécifiques du système informatique.
- Le domaine projet : il s'agit de l'organisation dévolue à l'adaptation du SI. Les critères ou facteurs relatifs au domaine projet sont regroupés en quatre classes :
  - Les tâches projet : propriétés relatives aux tâches et sous-tâches
  - La structure projet : propriétés relatives à la structure projet (systèmes de communication, d'autorité)
  - Les acteurs projet : propriétés relatives aux acteurs du projet
  - La technologie projet : propriétés relatives à la technologie (méthodes, techniques et outils) à utiliser au cours du projet.

La dimension « connaissance » regroupe la connaissance recueillie pour traiter la situation de problème du point de vue de sa complexité et son incertitude. En fait, chaque facteur situationnel va affecter les risques et la pertinence de la stratégie d'adaptation soit directement, soit à travers sa contribution à la complexité et l'incertitude de la situation.

La complexité est considérée comme étant la difficulté rencontrée pour gérer la connaissance disponible. L'échelle de complexité d'une situation est la suivante : simple → modérée → complexe. L'incertitude est, quant à elle, définie comme le manque de connaissance. L'échelle d'incertitude d'une situation est la suivante : certaine → modérée → complexe.

La structure des facteurs situationnels proposée par Eurométhode est donnée dans le tableau 3.3.

Type de domaine	*Classe du domaine*	*Nbre de facteurs relatifs à la complexité*	*Nbre de facteurs relatifs à l'incertitude*
Cible	*Système d'information*	*5*	*12*
	Système informatique	*5*	*2*
Projet	*Tâches projet*	*2*	*3*
	Structure projet	*2*	*3*
	Acteurs projet	*2*	*1*
	Technologie projet	*1*	*2*

Tableau 3.3: Structure des facteurs situationnels dans Eurométhode

Ainsi, pour chaque type de domaine (cible et projet) deux tableaux sont proposés : l'un comporte les critères relatifs à la complexité de la situation, l'autre ceux relatifs à l'incertitude. Dans chaque tableau, comme le montre le tableau 3.4, on retrouve le nom du critère, une description de son influence sur les risques et l'échelle de mesure associée.

Target domain	Complexity factor	Short description and influence on risks	simple	moderate	complex
Information System	Heterogeneity of actors	The actors may be heterogeneous for organisational reasons, political reasons or individual reasons. Example of actors: users, managers, partners, operators and machines. ⇨Conflicting requirements. ⇨IS-adaptation is not accepted.	low	medium	high
	Size of target domain	Can be expressed in number of business areas and number of organisational units. ⇨Loss of control of the project.	small	medium	large
	Size of distribution	Number of geographical sites. ⇨Information system is not working. ⇨Loss of control of the project.	small	medium	large
	Complexity of information	The information resource of the target domain. Can for example be expressed in number of entities, attributes and relationships. ⇨Information system is not working.	low	medium	high
	Complexity of business processes	Sub-factors are: number of business processes and interfaces, and complexity of business rules and algorithms. ⇨Information system is not working.	low	medium	high
Computer System	Complexity of data	The data that represents information, and which are stored in the computer. Can for example be expressed in number of entities, attributes and relationships. ⇨Information system is not working.	low	medium	high
	Complexity of computerised functions	The parts of the processes that are performed by a computer. Can for example be estimated by use of Function Point Analysis. ⇨Information system is not working.	low	medium	high
	Complexity of quality properties	Example of sub-factors: efficiency, security, reliability, maintainability, portability and usability. ⇨Information system is not working.	low	medium	high
	Number of replications of computer system	The number of copies of the computer system that has to be installed. ⇨ Loss of control of the project.	one	few	many
	Complexity of target technology	The technology used as hardware and system software platform of the computer system. ⇨Information system is not working.	low	medium	high

Tableau 3.4 : Exemple de facteurs situationnels du domaine cible (système d'information et système informatique) (Commission Centrale des Marchés, 1996c)

De même chaque facteur est présenté sous forme de fiches donnant la description du facteur, les valeurs à utiliser pour l'évaluer, les sous-facteurs le cas échéant, les risques associés à certaines valeurs du facteur, les mesures d'inhibition et les remarques. Le tableau 3.5 est la fiche descriptive du facteur situationnel « compétence des acteurs du système d'information ».

Ability of IS-actors
The ability of the IS-actors concerns the human actors in the IS.
Values: [high, medium, low]
Sub-factors: • Ability to specify requirements to the IS-adaptation. • Experience with IS-adaptation. • Experience with computer system. • Capacity for abstraction.
Risks: • Uncertain or unfeasible requirements to the IS-adaptation. • Wrong information system.
Inhibition actions: • Actor training.
Remarks:

Tableau 3.5 : Fiche descriptive du facteur situationnel « compétence des acteurs du système d'information » (Commission Centrale des Marchés, 1996a)

La liste de facteurs proposée par Eurométhode n'est pas exhaustive. Ainsi, il est recommandé d'utiliser sa propre expérience pour :

- définir les facteurs situationnels complémentaires à prendre en compte ainsi que la manière dont ils peuvent influencer et les risques et donc la stratégie d'adaptation
- déterminer les facteurs situationnels pertinents compte tenu d'un projet spécifique ainsi que les méthodes pour obtenir les connaissances nécessaires
- pondérer les facteurs situationnels.

Une fois les différents facteurs évalués, il s'agit de les regrouper en fonction de leur incertitude et de leur complexité de manière à déterminer les facteurs ayant le plus d'influence sur la complexité globale et l'incertitude globale puisque ce sont eux qui auront le plus d'influence sur la définition de la stratégie d'adaptation. L'analyse de l'influence des différents facteurs sur la complexité et l'incertitude globale se base sur l'évaluation des risques causés par ce facteur. Pour ce faire, un tableau donnant les liens facteur/risque est fourni.

C'est à partir de la définition des risques critiques qu'est déterminée la stratégie d'adaptation. Pour ce faire Eurométhode propose des contre-mesures pour traiter les risques critiques, ainsi que les liens entre, d'une part, un ensemble d'approches de développement et de contrôle de projet, et d'autre part la complexité et l'incertitude globale. Ces options peuvent être complétées par des approches propres à chaque entreprise utilisatrice.

Les mesures d'adaptation possibles selon Eurométhode sont donnés dans le tableau 3.6.

Point de la stratégie d'adaptation		Choix
Approche de développement	Approche de description cognitive	Mode opératoire analytique (abstractions/spécifications) Expérimentale (prototypage)
	Approche de description sociale	Type de coopération : projet conduit par des experts Type de coopération participative
	Approche de construction	En une seule fois Incrémentale Evolutionnaire
	Approche de mise en service	En une seule fois Incrémentale Evolutionnaire
	Approche d'installation (point de vue géographique)	Global Local
Processus de contrôle projet	Contrôle du développement	Fréquence Degré de formalisation La responsabilité client
	Contrôle de la qualité	
	Contrôle de la configuration	

Tableau 3.6 : Options de stratégie de développement selon Eurométhode

Les liens entre les facteurs situationnels et les options de stratégie d'adaptation existent à deux niveaux. Le premier niveau général, comme le montre le tableau 3.7 fait le lien entre les contraintes temporelles, la complexité et l'incertitude globales avec les différentes approches de construction et d'installation. Le second niveau plus détaillé fait le lien entre les différents facteurs et les différentes stratégies possibles (cf. tableau 3.8).

Situational Factor			Installation/Construction Approach		
Schedules	Complexity	Uncertainty	One Shot	Incremental	Evolutionary
Normal	Simple	Certain	X		
		Uncertain			X
	Complex	Certain		X	
		Uncertain			X
Tight	Simple	Certain		X	X
		Uncertain			X
	Complex	Certain		X	
		Uncertain			X

General heuristics:

- One Shot is suitable when the schedules are normal and the situation is simple and certain.
- Evolutionary is suitable when the situation is uncertain.
- Incremental is suitable when the situation is complex and certain.
- Incremental or evolutionary is suitable when the schedules are tight, i.e. install something as fast as possible.

Tableau 3.7 : Lien général complexité/incertitude globales avec approches de construction et d'installation (Commission Centrale des Marchés, 1996c)

Development strategy options / Situational factors	Analytical description	Experimental description	Expert-driven description	Participatory description	Incremental construction	Evolutionary construction	Incremental installation	Evolutionary installation	Local installation	
Attitude of IS-actors is negative				X						Requires appropriate project actor skills
Ability of IS-actors is high				+						IS-actors may be used as project actors
Ability of IS-actors is low			X							
Heterogeneity of IS-actors is high			X							
Size of target domain is large									X	
Size of distribution is large									X	
Formality of inf./bus. processes is low				X						
Complexity of inf./bus. processes is high				X						
Stability of inf./bus. processes is low				X						
Specificity of IS is high				X						
Organisational changes are important				X				X		
Uncertain requirements				X						
Technological changes are important				X						
Complexity of target technology is high									X	
Novelty of IS-adaptation is high						X		X		

Légende : X : facteur « abordé »
+ : facteur nécessaire

Tableau 3.8 : Lien détaillé facteurs situationnels / stratégies de développement (Commission Centrale des Marchés, 1996c)

Le processus de sélection de la stratégie d'adaptation de SI est le suivant :

- Sélection rapide d'une première approche de développement en fonction de l'évaluation globale des facteurs situationnels et des risques critiques ainsi que des heuristiques générales données par Eurométhode
- Justification du choix de l'approche de développement en utilisant les heuristiques détaillées, et l'expérience. Le séquencement de choix est le suivant : choix de l'approche de mise en œuvre point de vue système puis géographique, choix de l'approche de construction, choix de l'approche de description. Les différentes options concernant l'approche de description peuvent être combinées. A ce stade, il s'agit de choisir les approches cognitive et sociale principales
- Sélection d'une approche de contrôle projet en utilisant les heuristiques détaillées, et l'expérience
- Vérification de la cohérence entre les options choisies et ajustement du choix. En effet, certaines combinaisons ne sont pas possibles, par exemple : une approche de mise en œuvre évolutionnaire implique une approche de construction évolutionnaire

- Vérification de la prise en compte de tous les risques critiques par la stratégie choisie.

3.2.2.5 Détermination de la séquence des points de décision

Un point de décision est un jalon où le client et le fournisseur prennent des décisions ensemble. Un point de décision est caractérisé par les décisions prises, les personnes concernées par ces décisions, et les fournitures échangées (profil de livrable).

Eurométhode permet de définir les points de décision adaptés au niveau gestion des contrats selon deux scénarios différents.

Le premier scénario consiste à définir les points de décision en se basant sur les différentes options de stratégie (description, construction, installation et contrôle du projet). En effet, pour chaque stratégie, une séquence de points de décision type est donnée.

Le deuxième scénario, quant à lui, se base sur le modèle de processus d'une méthode. Un modèle de processus d'une méthode est défini comme la définition d'une classe de processus pour un projet SI décrit par cette méthode. Dans ce cas, il s'agit de faire correspondre aux produits de la méthode les états initial et final définis dans les profils de livrables. En suite, il faut utiliser la méthode choisie pour déterminer les produits intermédiaires qui vont nécessiter des décisions clients.

Dans chaque cas, la séquence est adaptée de manière à satisfaire les contre-mesures définies précédemment. En effet, de même que pour le choix de la stratégie d'adaptation de SI, à chaque contre mesure est associée des règles d'adaptation de la séquence de points de décision. Cela peut se traduire, par exemple, par l'ajout, le regroupement ou encore le changement des points de décisions.

3.2.2.6 Bilan de l'approche Eurométhode

L'analyse de l'approche Eurométhode met en avant les points suivants.

Tout d'abord cette approche se place dans le contexte spécifique des relations maître d'œuvre/maître d'ouvrage. Les adaptations proposées en termes de stratégie de développement se basent sur une analyse qualitative assez complète du domaine cible et du domaine projet. L'approche laisse une grande part à l'expérience et au savoir-faire de l'entreprise. Ainsi, il est bien précisé que la liste des facteurs situationnels et des différentes stratégies de développement n'est pas exhaustive. Ces listes peuvent être complétées sur la base de l'expérience de chacun.

De plus, aucune méthode n'est préconisée dans le but de préserver l'avantage concurrentiel lié à l'utilisation d'une méthode spécifique. Les préconisations se cantonnent aux principes généraux de description, de construction, de mise en œuvre et de contrôle projet. Il y a

séparation des aspects relatifs aux aspects ingénierie (approche de développement dans Eurométhode) et des aspects relatifs à la gestion de projet (approche de contrôle de projet).

A partir de ces options la séquence de points de décisions correspondante peut être déterminée de deux manières différentes. La première consiste à utiliser les séquencements types. Ce séquencement peut être assimilé au modèle de développement spécifique à mettre en œuvre au cours du projet. En effet, le séquencement de points de décision permet de remonter à une description « classique » sous forme de tâches. Il s'agit en quelque sorte d'un modèle de développement « étendu », qui prend en compte les modalités sociales de description et qui par conséquent tient compte des acteurs réels du projet. Par cet aspect , on « effleure » donc la dimension « avec quelles ressources » de la problématique de développement des SI.

La deuxième stratégie consiste à lier les différentes approches aux méthodes à utiliser mais ce travail reste à la charge des utilisateurs.

Les différentes options proposées sont replacées, dans le tableau 3.9, par rapport aux différentes dimensions de description du processus de développement :

Quels modèles ?	Comment les construire ?	Comment regrouper et enchaîner les tâches ?	Quand réaliser ces tâches ?	Avec quelles ressource ?
		Approche de construction , d'installation et de mise en service. Approche de description cognitive	Approche de contrôle de projet.	Approche de description sociale.

Tableau 3.9 : Bilan de l'approche Eurométhode

3.2.3 V-Model

3.2.3.1 Objectifs

V-Model est un standard de développement de technologies de l'information mis au point dans le cadre d'un projet de la République Fédérale Allemande (General Directive 250, 1997). Pour un projet de développement de SI donné, il permet de définir ce qui doit être fait, comment les activités doivent être accomplies et ce qui doit être utilisé pour réaliser ces activités.

Ainsi, V-Model est structuré autour de trois niveaux :

- Procédure : le modèle de processus de cycle de vie et le « tailoring » associé, qui permet de déterminer les activités à accomplir au cours d'un projet de développement spécifique.
- Méthodes : l'allocation de méthodes permet la détermination des méthodes à mettre en œuvre pour accomplir les activités définies au niveau précédent.

- Besoin d'outil : à ce niveau les caractéristiques fonctionnelles des outils à utiliser pendant le développement sont établies. Il s'agit de l'environnement de développement en termes d'atelier de génie logiciel, par exemple. Dans le cadre de notre travail nous ne présenterons pas ce niveau car nos propositions ne visent pas un niveau de préconisation aussi détaillé.

Pour chaque niveau, les préconisations sont structurées autour de classes d'activités appelées sous-modèles (cf. figure 3.5), à savoir :

- Le management de projet
- Le développement du système
- Le management de la qualité
- Le management de la configuration

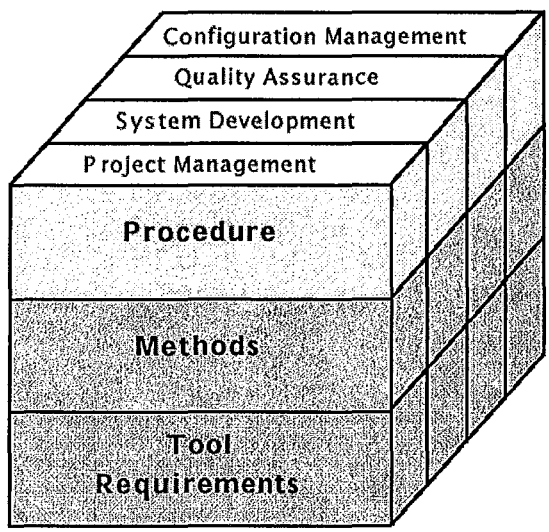


Figure 3.5 : Les niveaux et sous-modèles de V-Modèle (General Directive 250, 1997)

La description de la démarche proposée utilise le vocabulaire préconisé par V-Model. Ainsi, chaque sous-modèle est structuré en un ensemble d'activités. Or, ces activités peuvent être assimilées à la notion de tâche projet telle que nous l'avons définie au chapitre 2.

3.2.3.2 Démarche proposée, grands principes de fonctionnement :

V-Model se base sur quatre sous-modèles donnant l'ensemble des activités, et des résultats de ces activités, pouvant potentiellement être accomplies lors d'un projet de développement. Les quatre sous-modèles sont intimement liés et s'influencent mutuellement notamment par l'échange de produits/résultats. Ainsi, par exemple (cf. figure 3.6), le sous-modèle d'assurance qualité (QA) fournit les spécifications de qualité au sous-modèle de développement (SD).

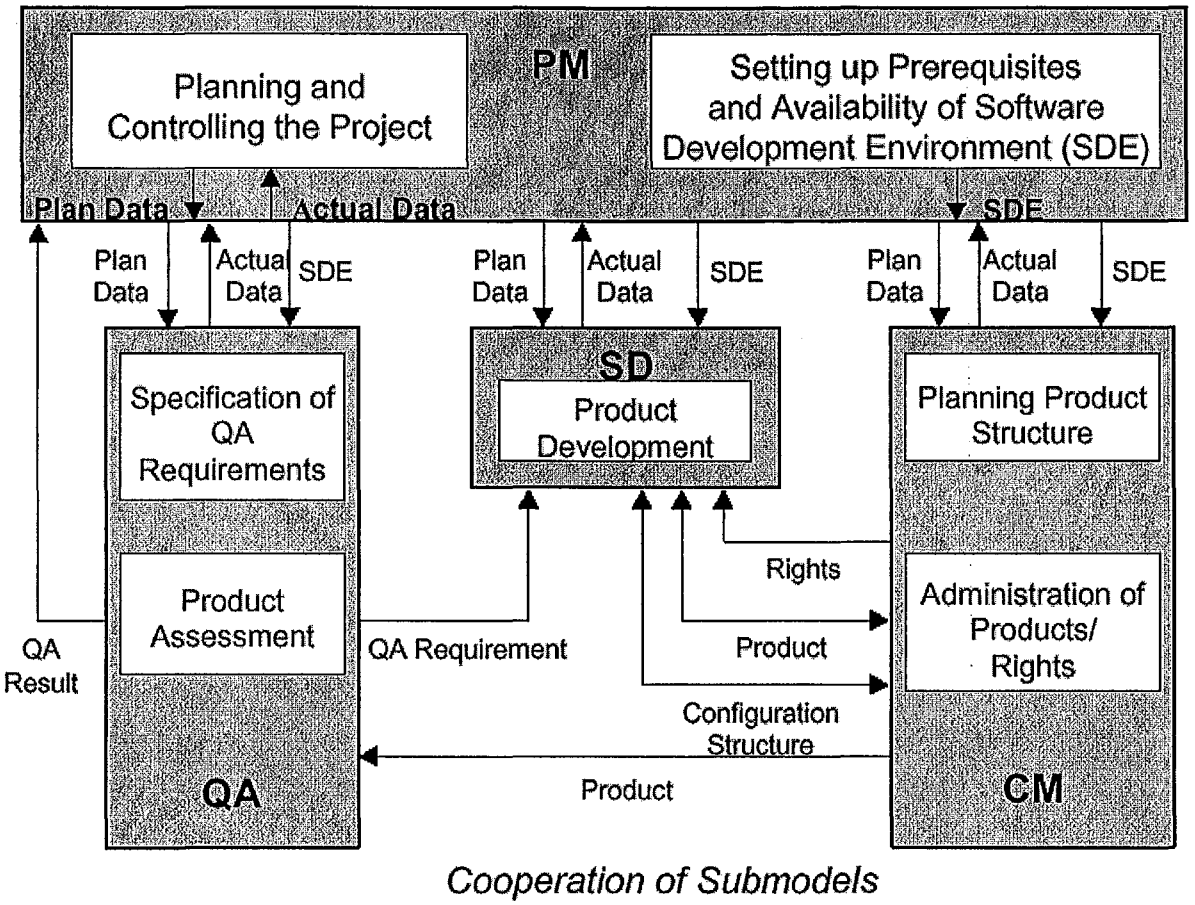


Figure 3.6 : Liens entres les quatre sous-modèles de V-modèle (General Directive 250, 1997)

Dans le cadre de V-Model le rôle des différents sous-modèles est le suivant :

- Le sous-modèle PM (management de projet) planifie, contrôle et informe les sous-modèles de développement de système (SD), d'assurance qualité (QA) et de management de la configuration (CM).
- Le sous-modèle SD (développement de système) développe le système
- Le sous-modèle QA (assurance qualité) spécifie les besoins en qualité, les critères et les cas de test, et examine les produits et la conformité avec les standards.
- Le sous-modèle CM (management de la cobfiguration) s'attache aux produits générés.

3.2.3.3 Modèle de processus de cycle de vie : les quatre sous-modèles

V-Model donne l'ensemble des activités et produits (c'est-à-dire les résultats d'une activité) du processus de développement ainsi que les états des produits et les interdépendances entre activités et produits. L'approche V-Model décrit le processus de développement d'un point de vue fonctionnel. Aucun modèle organisationnel n'est décrit de manière à pouvoir être mis en œuvre dans différentes organisations. Cela signifie qu'il est nécessaire pour un projet donné de déterminer les participants au projet ainsi que les structures organisationnelles en charge des activités.

Le modèle de processus de cycle de vie se structure autour de quatre sous-modèles, qui permettent de couvrir l'ensemble des aires fonctionnelles d'un projet de développement. Chaque sous-modèle est constitué d'un ensemble d'étapes elles-même décomposées en activités. Selon le cas, les différentes étapes sont liées entre elles soit simplement, soit par l'intermédiaire du résultat (produit) d'une étape du même sous-modèle. Certaines étapes ont comme point d'entrée des résultats issus d'étapes d'un autre sous-modèle. Chaque activité est décrite en termes de produits et d'activités entrantes et sortants (cf. figure 3.7).

from		Product	to	
Activity	**State**		**Activity**	**State**
External	—	External Specifications (customer)	—	—
SD 1.1–SD 1.5	b. proc.	User Requirements	—	—
—	—	User Requirements. *Threat and Risk Analysis, IT Security*	SD 1.7, SD 1.8, SD 2, SD 3, SD 4-SW, SD 5-SW	submitted

Figure 3.7 : Exemple de description d'une activité du modèle de processus (General Directive 250, 1997)

Le sous-modèle de management de projet s'attache aux activités et fonctions de management de projet technique. Les activités décrites dans ce sous-modèle prennent en compte les activités de planification, de contrôle interne du projet, l'allocation interne des rôles et la mise en place, le cas échéant, d'interfaces vers des unités à l'extérieur du projet.

Le sous-modèle de développement de système regroupe l'ensemble des activités relevant directement du développement de système et des documents afférents. Les principales étapes sont l'analyse du besoin du système, la conception du système, l'analyse des besoins en software et en hardware, l'intégration du système et la transition vers l'utilisation.

Le sous-modèle d'assurance qualité regroupe les activités et fonctions de management de la qualité du système. Ce sous-modèle comporte les étapes principales suivantes : l'initialisation de l'assurance qualité (définition du framework procédural et organisationnel dans le plan d'assurance qualité et évaluation du plan), préparation de l'évaluation (génération de l'évaluation des spécifications, des procédures et du plan d'évaluation), processus d'évaluation des activités, évaluation des produits (évaluation avec respect des critères formels et du contenu des produits), compte-rendus relatifs à l'assurance qualité.

Le sous-modèle de management de la configuration assure l'identification unique de chaque produit ainsi que la gestion des différentes variantes (interrelations, création, ...) de manière à pouvoir faire des changements sur les produits de manière contrôlée. Les principales étapes de ce sous-modèle sont : l'initialisation du management de la configuration, le management de la configuration et des produits (administration des produits, des configurations et des droits à

travers le document d'identification de la configuration), le management du changement (enregistrement des problèmes de rapports, des propositions d'amélioration, ...), et les services de management de la configuration (administration des données, coordination des interfaces, catalogage des interfaces, ...).

L'allocation des activités aux différentes personnes se concrétise dans V-Model par la notion de rôles. Les rôles décrivent les connaissances et compétences nécessaires à la personne qui sera en charge de l'activité qui lui est affectée. V-Model reste fondamentalement impartial d'un point de vue organisationnel. Cela signifie que les rôles définis dans V-Model doivent être alloués à des individus lors du démarrage du projet. L'allocation des rôles aux activités du modèle de processus est décrite pour chaque sous-modèle sous forme d'une matrice, à travers laquelle une personne peut se voir assignée plusieurs rôles. Dans ces matrices, il n'est pas fait d'hypothèse sur l'attribution des rôles à des structures organisationnelle. Cela permet d'assurer une indépendance entre le modèle de processus de cycle de vie et les conditions organisationnelles spécifiques au projet.

3.2.3.4 Adaptation du modèle de processus de cycle de vie : le processus de « tailoring »

La présentation des quatre sous-modèles met en avant l'applicabilité très générale de V-Model. Cette caractéristique implique la non pertinence de certaines règles pour un projet donné. En d'autres termes, pour appliquer V-Model sur un projet spécifique, il faut déterminer quelles sont les activités et les produits à générer dans ce cadre. La suppression des activités et produits non pertinents est appelée « tailoring » dans V-Model. De manière imagée, V-Model peut être assimilée à une sorte de check-list comportant un nombre important de règles pratiques éprouvées. Pour un projet donné, seul un sous-ensemble de ces règles est sélectionné. Il s'agit donc d'une boîte à outil à partir de laquelle les modules (activités/produits) sont extraits par « tailoring ».

L'adaptation du V-Model à un projet spécifique comporte les étapes suivantes :

- Génération du modèle spécifique par « pré-tailoring standardisé » ou par « tailoring avec conditions de suppression »
- Evaluation du modèle spécifique : la suppression d'activités doit être évaluée du point de vue de sa reconstruction. Ainsi, il est important de déterminer si l'ensemble minimum d'activités est couvert.
- Documentation du modèle spécifique.

Compte tenu de notre objectif, nous nous intéressons plus particulièrement à la description des mécanismes d'adaptation proposés dans V-Model, à savoir le « pré-tailoring standardisé » et le « tailoring avec conditions de suppression ». Dans V-Model, deux formes d'adaptations sont mises en avant. L'une, appelée « Bid-relevant tailoring », correspond à l'adaptation faite en début de projet. L'autre, appelée « technical tailoring », correspond à une adaptation plus

fine des activités et produits en cours de projet. Ainsi, la mise en œuvre en début de projet du processus de tailoring (bid-relevant tailoring) permet de déterminer le modèle spécifique du projet ainsi que les conditions de suppression pertinentes pour le « Tailoring Technique » (TT). Ainsi, le tailoring technique va prendre place en cours de projet par l'utilisation des conditions de suppression de TT déterminé par le « bid-relevant tailoring. »

Le pré-tailoring standardisé se base sur l'idée que des projets ayant des caractéristiques similaires peuvent être combinés en classes de projets. Dans V-model les classes de projet suivantes sont définies :

- Projets administratifs
- Projets techniques – scientifiques
- Sélection, achat et adaptation de produits finis

De manière à obtenir une classification appropriée du point de vue des activités à accomplir au cours du processus de développement, les deux premières classes doivent être différenciées en fonction de la taille du projet. Ainsi, il existe un pré-tailoring standardisé pour les classes de projets suivantes :

- Petits projets administratifs
- Projets administratifs moyens
- Grands projets administratifs
- Petit à moyen projets techniques – scientifiques
- Grands projets techniques-scientifiques
- Sélection, achat et adaptation de produits finis

En d'autres termes pour chaque classe de projet ci-dessus et chaque sous-modèle de V-model, un modèle d'activités et de produits adapté, appelé « cadre de tailoring », est proposé. Les différentes classes de projet sont définies de manière plus précise à l'aide d'un certain nombre d'indicateurs présentés dans le tableau 3.10.

	Coût/effort en homme.année	Taille de l'équipe projet	Complexité des fonctions	Complexité des données	Besoins en maintenance
Projets administratifs					
- petit	<= 0,5	<=2	faible	faible	faible
- moyen	<= 5	<= 5	moyenne	moyenne	moyen
- grand	> 5	> 5	moyenne	moyenne	moyen
Projets techniques					
- petit/moyen	<= 5	<= 5	moyenne	faible	faible
- grand	> 5	> 5	moyenne	faible	faible
Sélection, achat adaptation de produits finis	<= 0,5	<=2	faible	faible	moyen

Tableau 3.10 : Classes de projet de V-Model

Remarque : les niveaux de complexité des fonctions et des données ainsi que celui de besoins en maintenance sont quantifiés à l'aide d'autres indicateurs. Par exemple, la complexité des

fonctions est définie par l'intermédiaire du nombre de sous-fonctions, d'interfaces et de lignes de programme.

Les différents « cadres » de tailoring sont vrais pour les valeurs d'indicateurs ci-dessus. Si la situation projet étudiée ne correspond pas à ces hypothèses, des activités et produits additionnels doivent être sélectionnés en utilisant les conditions d'implémentation.

Dans un cadre de tailoring (cf. tableau 3.11) on retrouve les activités en lignes, les produits en colonnes, les besoins basiques et les conditions d'implémentation. Les rectangles permettent d'allouer les produits aux activités. La couleur des rectangles permet, quant à elle, d'adapter les activités du projet. Ainsi, s'il est noir l'activité est toujours requise, s'il est gris elle l'est sous certaines conditions (à savoir les conditions d'implémentation), s'il est blanc l'activité n'est pas requise. La colonne « besoin basique » prend en compte l'ensemble minimal des activités d'un projet.

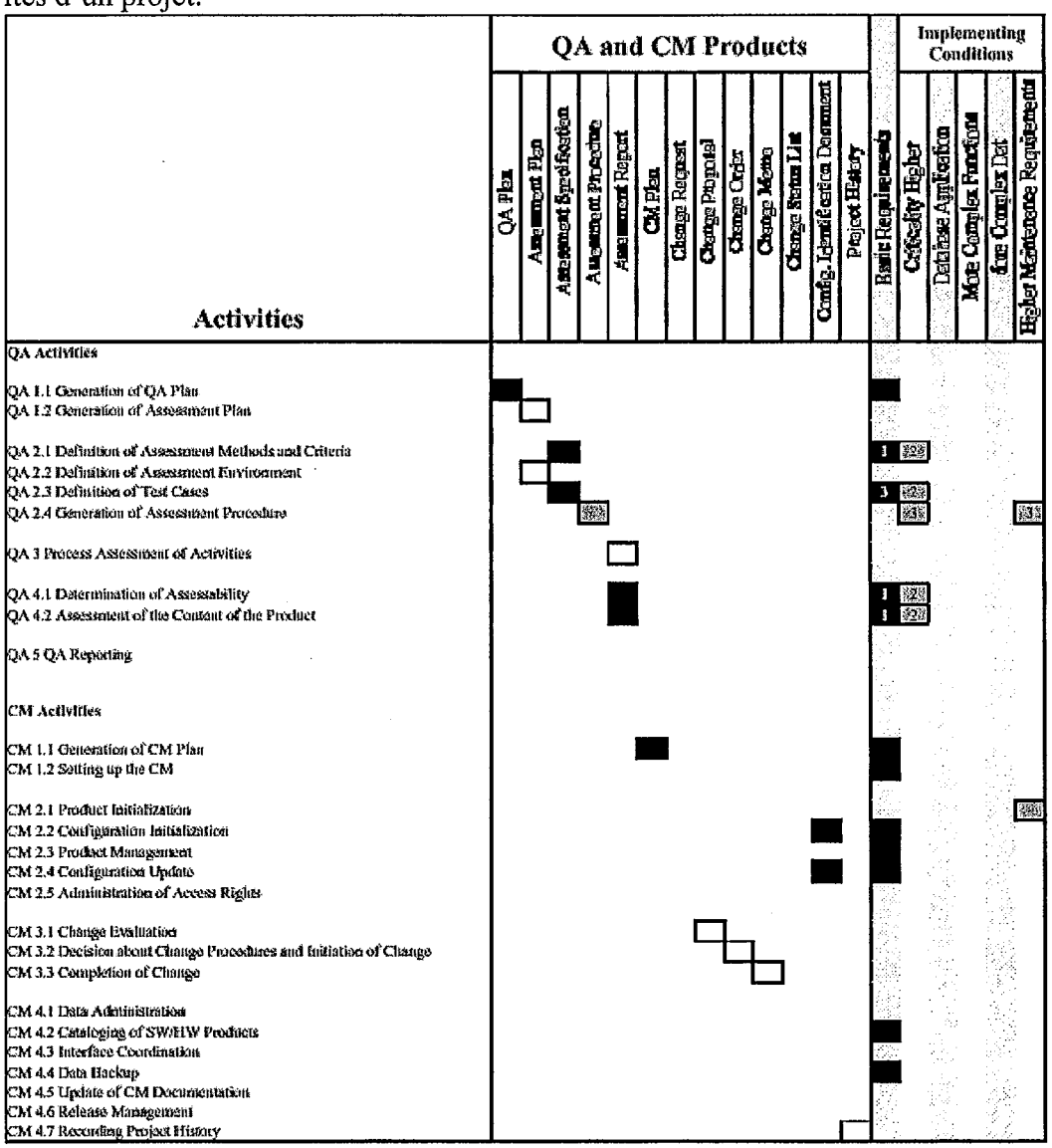


Tableau 3.11 : Cadre de tailoring pour une classe de projet donnée.

Lorsqu'il n'est pas possible de déterminer la classe d'un projet spécifique, il faut mettre en œuvre le tailoring avec conditions de suppression (cf. tableau 3.12). Ce type de tailoring part de l'ensemble des activités proposé dans V-Model (en lignes) et donne pour chacune d'elle la raison de suppression, la forme de suppression (« bid relevant tailoring » (BT) et/ou « technical tailoring » (TT)) et les effets de la suppression. Lorsque plusieurs raisons sont mentionnées l'existence d'une seule suffit pour supprimer l'activité correspondante.

BT	TT	Activity/Reason for Deletion	Effects
O	—	**CM 4 CM Services** ☐ The CM services are realized for all projects.	—
O	—	CM 4.1 Data Administration ☐ There is no generally applicable data dictionary.	—
O	O	CM 4.2 Cataloging of SW/HW Products ☐ Only documents (i. e. no SW Module, Database, SW Component, SW Unit, Segment or System) are generated in the product.	—
O	O	CM 4.3 Interfaces Coordination ☐ The System to be developed has no complex interfaces.	—
O	O	CM 4.4 Data Backup ☐ There is a central organization in charge of saving the data (at regular intervals and after being instructed). ☐ The data backup takes place in regular intervals, either automatically with the CM tool or the project library.	—
O	O	CM 4.5 Updata of CM Documents ☐ CM documentation is not required.	CM documentation is omitted.
O	O	CM 4.6 Release Management ☐ There is no set of units that is updated in configurations.	—
O	O	CM 4.7 Recording Project History ☐ It is a small project without identifiable development risks.	Product "Project History" is omitted. The essential decisions in the project must be documented in reporting documents.

Tableau 3.12 : Exemple de tailoring avec conditions de suppression

La figure 3.8 montre le lien entre les deux procédures de tailoring. Ainsi, le tailoring avec conditions de suppression est caractérisé par une plus grande flexibilité puisque les conditions de suppression permettent de prendre en compte un nombre presque illimité de situations différentes. Le pré-tailoring est moins flexible (il est seulement applicable dans des types de projets « pré-imaginés ») mais l'usage des cadres de tailoring est assez facile.

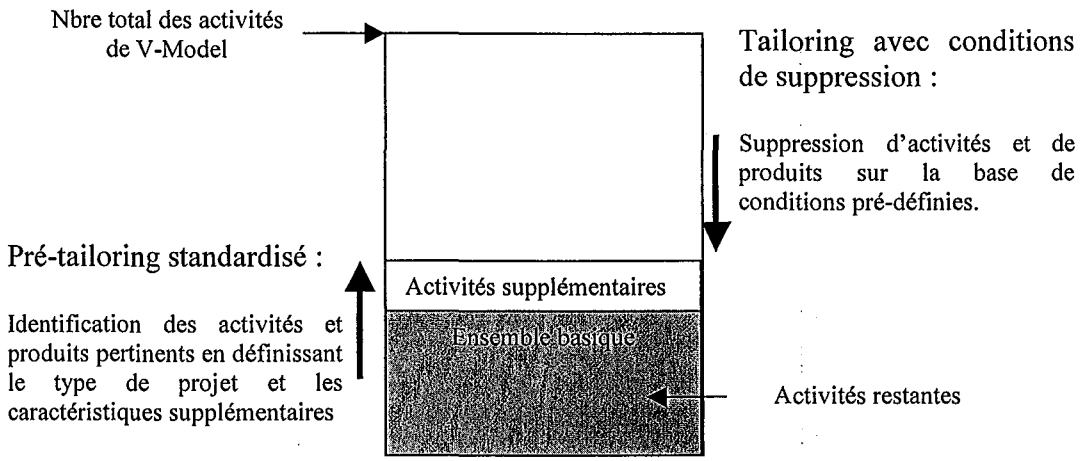


Figure 3.8 : Lien entre les deux formes de tailoring

Le processus de tailoring permet d'adapter les activités et les produits à générer au cours d'un projet de développement donné. Dans ce cadre, V-Model décrit le développement de système comme un réseau logique d'activités et de produits (résultats d'activités). Les dépendances existent car l'accomplissement d'une activité donnée nécessite un produit entrant défini de manière précise. Dans le déroulement concret d'un projet les différentes activités doivent être représentées sur un cycle de vie de manière à y intégrer un déroulement temporel. Ainsi, V-model propose sept scénarios à savoir :

- Développement incrémental
- Développement traditionnel
- Intégration de produits finis
- Développement orienté objet
- Développement de systèmes à base de connaissance
- Maintenance et modification de logiciel
- Reverse engineering

Les scénarios de développement orienté objet, de systèmes à base de connaissance et d'intégration de produits finis se basent sur la stratégie de développement incrémental. Le développement traditionnel est un cas particulier de développement incrémental (réalisation en un seul incrément).

Dans V-Model, le choix d'une stratégie de développement se fait en parallèle de l'adaptation des activités. En effet, la stratégie de développement a un impact sur la réalisation répétée des activités et non sur leur choix. Le choix parmi les sept scénarios se base sur une analyse des avantages et des inconvénients de chaque stratégie.

3.2.3.5 Allocation de méthodes

Cette partie de l'approche V-Model permet d'associer aux activités du modèle de cycle de vie les éléments méthodologiques pertinents à mettre en œuvre. De manière plus précise, le

processus d'allocation de méthode permet la sélection des méthodes dédiées au développement du système et aux activités accompagnatrices nécessaires à l'assurance qualité et au management de projet (General Directive 251, 1997).

Le processus d'allocation se limite aux méthodes basiques. Une « méthode basique » fait référence aux procédures méthodologiques décrivant un aspect spécifique, limité du système (aspect fonctionnel, ...) et/ou une certaine partie des activités de développement. Le modèle entité/association est considéré comme une méthode basique dans V-Model. Par opposition, une méthode complexe est définie comme les procédures comprenant des composants méthodologiques variés intégrés dans une seule méthode. SSADM est par exemple considéré comme une méthode complexe. V-Model donne les liens entre les méthodes complexes les plus connues et les méthodes basiques prises en compte dans l'allocation de méthodes. Ainsi, (cf. figure 3.9) une méthode complexe peut être décomposée en un ensemble de méthodes basiques.

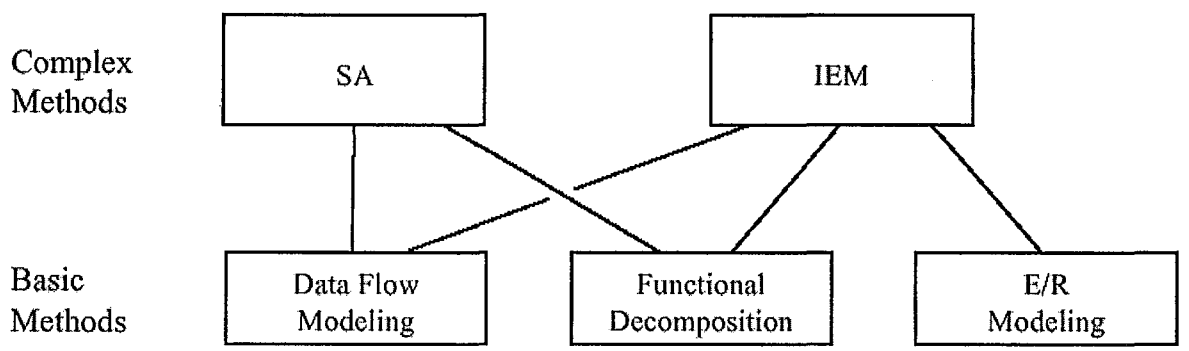


Figure 3.9 : Lien entre méthode basique et méthode complexe

L'allocation de méthodes met aussi en avant la notion de catégorie de méthodes. Une catégorie de méthodes comporte un ensemble de méthodes basiques offrant différentes approches pour une même classe d'activités. C'est le cas, par exemple, des modèles d'estimation. Ainsi, lors de la sélection de méthodes par le processus d'allocation, peu importe la méthode basique choisie dans une catégorie donnée. Seule l'application d'une des méthodes de la catégorie est nécessaire.

Ainsi, V-Model référence 47 méthodes basiques et catégories de méthodes. La sélection des méthodes basiques présente dans V-Model, quant à elle, se base sur les principes suivants :

- Limitation aux méthodes ayant atteint un degré de maturité et d'acceptation importants
- Mise en avant des méthodes pour lesquelles un « support d'outil » est disponible
- Sélection de méthodes qui peuvent être combinées dans une application

Les tables d'allocation (cf. tableau 3.13) listent les méthodes basiques qui sont le mieux adaptées pour réaliser certaines activités ou développer les produits correspondants. Ces

méthodes basiques sont choisies en tenant compte du dernier état de l'art, et de critères d'amélioration de la qualité, d'économie et de maintenabilité. Pour certaines activités l'allocation de méthodes n'existe pas de manière à éviter une limitation indésirable et superflue de la flexibilité. Cette flexibilité se traduit aussi par la possibilité de mettre en œuvre d'autres méthodes que celles listées dans V-Model. Pour chaque activité élémentaire du modèle de processus de cycle de vie, sont décrites les parties de produits générées (chapitre du produit) au cours de la dite activité et, le cas échéant, les méthodes basiques à mettre en œuvre ainsi que leurs conditions de mise en œuvre. Dans certains cas, plusieurs méthodes complémentaires sont préconisées. Dans d'autres, il y a le choix entre plusieurs méthodes.

(Sub-) Activity:	
Product:	
Chapter:	Basic Method(s)
Chapter:	
:	
Product:	
Chapter:	
:	

Tableau 3.13 : Format de la table d'allocation de méthodes dans V-Model

La dernière partie de l'allocation de méthode est consacrée à la description des différentes méthodes et catégories de méthodes. Cette description se limite aux concepts de base et ne tient pas compte des notations à utiliser pour construire un diagramme donné. Cependant, elle prend en compte les interfaces entre les méthodes. Pour une méthode basique donnée, la partie interface décrit les interfaces existant entre cette méthode et d'autres méthodes. Il s'agit de la description des informations échangées entre ces méthodes ainsi que les éléments à prendre en compte lors de cet échange d'informations.

3.2.3.6 Bilan de l'approche V-Model

L'approche V-Model se base sur un modèle de processus de cycle de vie décrit sous forme d'un ensemble d'activités et de produits à générer. L'ensemble est structuré autour de quatre sous-modèles qui séparent les aspects ingénierie de système d'information à travers le sous-modèle de développement de systèmes des autres aspects à travers les sous-modèles de management de la configuration, assurance qualité et management de projet. Les mécanismes d'adaptation proposés sur la base de ce modèle sont de deux niveaux.

Le premier niveau, appelé « tailoring », s'attache à la définition du modèle de processus de cycle de vie spécifique à un projet. Cette définition se base sur une analyse quantitative de la situation de manière à identifier le type de projet en cours par rapport à une des six classes de projets pré-déterminées. La qualité de l'adaptation va dépendre de la quantification de critères du type taille du projet ou nombre de lignes de code. Or, nombre de ces critères ne sont quantifiables de manière fine et fiable qu'à la fin du processus de développement, car ils sont la conséquence de choix techniques décidés en cours de projet. Une autre manière de définir le processus de cycle d'un projet donné consiste à étudier chaque activité et les conditions de suppression associées. Dans ce cas, les conditions de suppression sont peu précises et l'adaptation peut s'avérer longue est fastidieuse puisque nécessitant une connaissance fine de l'ensemble des activités du modèle de processus de cycle de vie. De plus, l'adaptation ne peut se faire que par suppression d'activités et non par ajout. Au profil projet ainsi obtenu il s'agit en parallèle de faire correspondre un déroulement temporel c'est-à-dire une stratégie de développement. V-Model préconise sept stratégies ou scénarios différents. Le choix entre l'un ou l'autre scénario n'est pas aisé car il est peu guidé. En effet, il doit se baser sur une analyse des avantages et des inconvénients de chaque stratégie.

Le deuxième niveau d'adaptation, appelé allocation de méthodes, s'attache à lier, au profil projet, un important potentiel de méthodes dites « basiques ». Dans ce cadre, les méthodes sont classées par rapport à l'activité de projet au cours de laquelle elles peuvent être mises en œuvre. Dans le cadre de l'allocation de méthode,s le choix d'une liste de méthodes au détriment d'une autre est peu justifié, tout comme la mise à jour de ce potentiel de méthodes tant du point de vue des méthodes mises en œuvre par l'organisation utilisatrice, que de nouvelles méthodes. Une des spécificités de V-Model est de proposer une adaptation des méthodes à mettre en œuvre (dimension de la problématique de développement des SI « quels modèles ? ») à partir du processus de tailoring, c'est-à-dire de l'adaptation des activités projet.

Les éléments constitutifs de l'approche V-Model sont classés dans le tableau 3.14 par rapport aux cinq dimensions de description du processus de développement :

Quels modèles ?	Comment les construire ?	Comment regrouper et enchaîner les tâches ?	Quand réaliser ces tâches ?	Avec quelles ressource ?
Potentiel de 47 méthodes « basiques ».		Modèle de processus de cycle de vie. Stratégie de développement.		Définition des rôles pour chaque activité.

Tableau 3.14 : Synthèse de l'approche V-Model

3.2.4 Kiefer

3.2.4.1 Des scénarios de conception sur la base des modes d'évolution des systèmes

Dans (Kiefer *et al.*, 1995), Kiefer propose, à partir du contexte et des fonctions génériques du concepteur de système d'information automatisé de production (SIAP), quatre scénarios type de conception en fonction du mode d'évolution dans lequel se trouve le système d'information. Ces modes sont les suivants :

- Efficience stationnaire : mode dans lequel l'environnement et les moyens à disposition de l'organisation sont stables, et où les acteurs du système mettent en place des améliorations limitées « court terme ».
- Adaptation opérationnelle : mode, où les acteurs du système vont décliner des objectifs stratégiques externes en évolutions « moyen terme de l'organisation »
- Adaptation stratégique : mode, où à partir de la veille technologique effectuée par les acteurs du système, ils vont décider eux-mêmes d'orientations techniques stratégiques, qui seront ensuite déclinées en évolutions de même niveau que celles de l'adaptation opérationnelle.
- Adaptation structurelle : mode, où des changements importants de stratégie externes au système vont imposer une refonte complète de l'organisation et des moyens qui le composent.

A chaque mode d'évolution correspond un scénario de projet qui se présente sous forme de séquences de fonctions génériques de conception. Nous donnons ci-dessous l'exemple pour le mode d'adaptation opérationnelle (cf. figure 3.10).

1ère séquence : interprétation de la stratégie de l'entreprise en besoins utilisateurs et concepteur :

- **FP4** : Participer à la déclinaison de la stratégie de l'entreprise en faits concrets pour les utilisateurs (comparer les objectifs de coût, qualité et délais fournis par les dirigeants aux résultats obtenus, et localiser les points faibles).
- **FP2** : Décliner la stratégie de l'entreprise en objectifs opérationnels pour le SIAP

2ème séquence : dialogue utilisateur-concepteur

- **FC3** : Formaliser les besoins utilisateurs (améliorations et indicateurs) et définir les priorités.
- **FP1 et FP2** : Faire la conception générale synthèse de l'existant, des besoins utilisateurs et des objectifs déterminés directement par le concepteur.

3ème séquence : recherche d'une solution techniquement et économiquement acceptable

- **FC4** : Vérifier l'existence de solutions adaptées.
- **FC2** : Budgéter les évolutions et valider un plan d'investissement avec les dirigeants.
- **FP1** : Faire la conception détaillée des évolutions.

4ème séquence : validation

- **FC3** : valider les spécifications détaillées avec les utilisateurs.

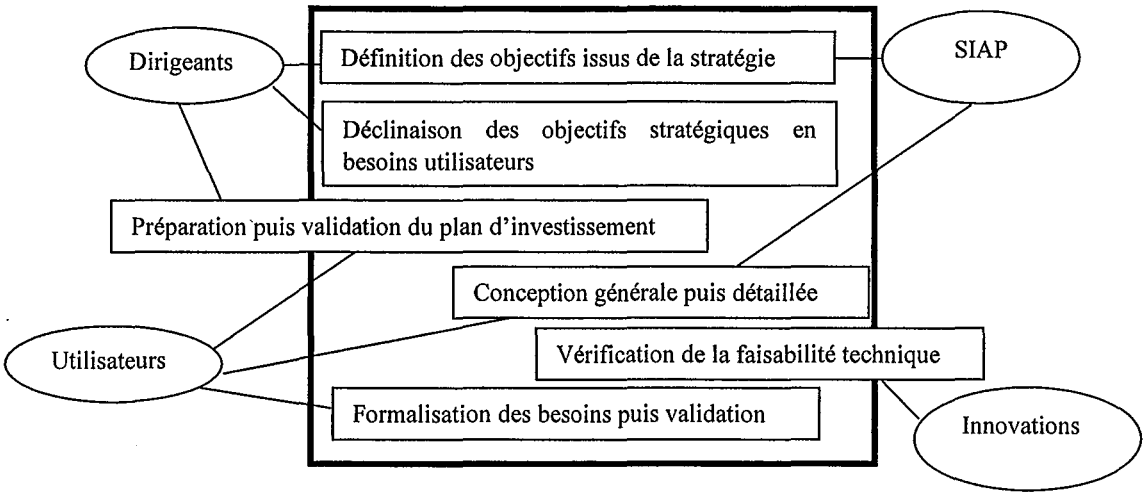


Figure 3.10 : Adaptation opérationnelle (Kiefer et al., 1995)

3.2.4.2 Un lien vers les outils et méthodes à partir des modes de défaillances des scénarios

La deuxième partie de la proposition de Kiefer consiste, pour chaque scénario, à identifier les dysfonctionnements possibles, les symptômes observables et les conséquences correspondantes pour le système d'information. Le tableau 3.15 montre cette analyse pour le scénario d'adaptation opérationnelle :

Activité de conception	Défaillance	Symptômes	Conséquence
Décliner la stratégie en objectifs opérationnels pour les utilisateurs ou pour le SIAP	Objectifs opérationnels mal localisés.	Manque de cohérence des actions envisagées (le fil conducteur des objectifs stratégiques est absent), actions décousues.	A terme, dérive dans l'emploi de certaines fonctionnalités (pour se recaler sur les objectifs stratégiques)
Formaliser les besoins utilisateurs.	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*
Faire la conception générale des évolutions.	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*
Vérifier la faisabilité technique.	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*	*Identique au scénario d'efficience stationnaire.*
Préparer et valider le plan d'investissement correspondant aux évolutions envisagées.	Chiffrage incorrect. Besoins en investissement flous et non validés.	Le manque de visibilité complète sur le projet des dirigeants entraîne des difficultés, des retards dans l'obtention des budgets. Solutions inachevées ou bâclées après simplification.	Impatience des utilisateurs. Demandes de compléments après mise en place des outils.
Faire la conception détaillée des évolutions.	Conception inadaptée.	Utilisateurs motivés pour utiliser les outils, mais qui rencontrent certaines difficultés d'utilisation.	Demandes d'améliorations après mise en place des outils.
Valider les spécifications détaillées	Implication insuffisante des utilisateurs.	Au moment des tests, ambiguïté entre utilisateurs, concepteurs et dirigeants sur ce qui devait être réalisé.	Demandes d'améliorations après mise en place des outils.

Tableau 3.15 : Modes de défaillance du scénario d'adaptation opérationnelle (Kiefer et al., 1995)

La dernière partie du travail consiste à regrouper les différentes défaillances par interlocuteur du concepteur lors de l'activité défaillante. Cela permet de mettre en avant l'importance des

relations entre le concepteur et les différents interlocuteurs. Les méthodes analysées (GIM et Merise) sont évaluées par rapport à leur adéquation dans les différents scénarios d'évolution et pour un interlocuteur donné. Le tableau 3.16 et son commentaire concerne l'analyse pourGIM.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Dirigeant	OK (pas impliqué)	OK (4)		OK (4)
Utilisateur	OK (2)	OK (2 et 4)	OK (3)	
Concepteur	OK (1)	OK(1)	OK (3)	

Tableau 3.16 : Synthèse adéquation méthodes / scénarios pour chaque interlocuteur (Kiefer et al., 1995)

OK (1) : La méthode GIM permet, à partir de l'identification des problèmes de l'utilisateur du système de production, puis de leur classification en problèmes décisionnel, informationnel et physique, de faire de manière structurée la décomposition du domaine de conception en sous-domaine.

OK (2) : La démarche de travail de GIM est participative entre les concepteurs et les utilisateurs. Ceux-ci sont donc correctement impliqués.

OK (3) : Les modèles du système d'information obtenus par application de la méthode GIM facilitent l'évaluation des potentiels d'application des résultats issus de la veille technologique pour le scénario 3. En effet, une comparaison entre le modèle du système d'information et le modèle du système d'information automatisé existant éclaire les points où il y a possibilité d'améliorer le SIAP, on obtient ainsi les faiblesses du SIAP. On peut proposer des améliorations à l'utilisateur, après une veille technologique adéquate. On ne résout pas le problème de la veille technologique, mais on met en évidence de nouveaux besoins utilisateurs.

OK (4) : Les modèles de GIM, surtout le modèle décisionnel, relient la stratégie à l'utilisateur. En effet, toutes les décisions prises dans le système de production sont fonction des objectifs assignés par le niveau stratégique. A ce niveau, la prise de décision va concerner les capacités, le faire ou acheter, le processus, l'infrastructure, les ressources humaines, les installations. Ces décisions, tempérées par l'optimisation du triplet coût, qualité, délai, vont se décliner dans tout le système de production. L'impact des décisions stratégiques est visualisable dans la grille par l'intermédiaire des objectifs fixés pour chaque centre de décision. De plus les variables de décision donnent les degrés de liberté laissés aux décideurs du système de production par la stratégie. On obtient ainsi le lien entre l'utilisateur et la stratégie.

3.2.4.3 Bilan de l'approche proposée par Kiefer

L'intérêt de cette approche réside dans le fait qu'elle se base sur le mode d'évolution dans lequel se trouve le SI pour proposer quatre scénarios de conception type. Ce concept est pertinent tout au long du projet. De plus, il permet de prendre en compte la dynamique du système à développer en le positionnant notamment par rapports à la stratégie et aux objectifs à différents horizons temporels. Cependant, contrairement aux approches précédentes, aucune démarche de mise en œuvre n'est proposée. L'identification d'un mode plutôt qu'un autre doit

se baser uniquement sur la description des différents modes. De plus, ici il n'est pas fait référence aux activités propres à la gestion de projet.

Dans un deuxième temps, le lien avec les méthodes et outils se fait sur la base d'une analyse des modes de défaillances des différents scénarios. Ainsi, il y a allocation de méthodes en fonction de l'adéquation avec le scénario et l'interlocuteur considéré. Ce lien montre que la plupart des outils et méthodes ne sont pas adaptés pour traiter les scénarios de type adaptation structurelle. L'analyse de cette proposition par rapport aux cinq dimensions du processus de développement de SI est donnée dans le tableau 3.17.

Quels modèles ?	Comment les construire ?	Comment regrouper et enchaîner les tâches ?	Quand réaliser ces tâches ?	Avec quelles ressource ?
GIM, Merise		Scénario de conception générique : séquence dominante d'enchaînement des activités.		Définition des interlocuteurs du concepteur pour chaque scénario.

Tableau 3.17 : Bilan de l'approche Kiefer

3.2.5 Morley

3.2.5.1 Le profil de risque d'un projet SI

Chantal Morley dans (Morley, 1998) propose de choisir un modèle de développement et de construire un découpage adapté en prenant en compte les risques attachés au projet. Dans l'approche proposée, elle prend en compte six facteurs jouant un rôle déterminant dans l'évaluation des risques :

- La taille du projet : un grand projet signifie une large étendue du domaine couvert, qui impose une division du travail entre un nombre élevé de personnes. La semi-autonomie nécessaire à l'avancement de chaque sous-groupe conduit naturellement à un morcellement. D'où risque de perdre la maîtrise du processus de production qui ne converge plus et n'est plus sous contrôle. Par ailleurs, la charge de coordination augmente de façon exponentielle avec la taille.
- La difficulté technique : elle correspond à une nouveauté technologique ou bien à une difficulté technique provenant des contraintes imposées au projet. Ce sont souvent des contraintes de performance. Le risque est celui de l'absence de compétences techniques nécessaires, ce qui pénalise la production et accroît le travail consommé.
- Le degré d'intégration : il agit sur la complexité du projet, puisqu'il mesure le degré de dépendance ou d'autonomie du futur système. Des flux nombreux et variés entre le système d'information que l'on développe et les autres systèmes d'information de l''entreprise rendent plus difficile l'identification claire des impacts de choix de conception. D'autres entités, d'autres projets, d'autres équipes de développement sont concernés, ce qui augmente le nombre d'acteurs du projet.

- La configuration organisationnelle : ce facteur correspond à l'étendue de l'entreprise qui est touchée par le projet (« organizational scope »). Le risque provient de la lourdeur des procédures de participation et de décision quand plusieurs grandes entités (des directions, par exemple) sont parties prenantes du projet. La production en est ralentie. S'y ajoutent d'éventuels motifs de conflits, qui alimentent un processus politique latent, bloquant les prises de décision.
- Le changement : si le changement visé par le projet est élevé, les systèmes de gestion et/ou d'organisation existants ne peuvent pas être pris comme référence stable et l'effort de conception/innovation va être important. L'abandon du statu quo crée une instabilité qui favorise le processus politique. Les risques de rejet ou de mauvaise définition du futur système sont élevés.
- L'instabilité de l'équipe de projet : quelle qu'en soit la cause, elle pose le problème du transfert de connaissances : les concepteurs engrangent un ensemble de connaissances implicites sur le projet et son domaine que des modèles formalisés ne suffisent pas à transmettre. Cette connaissance est à reconstituer et les erreurs d'interprétation peuvent avoir des conséquences sur les délais et sur la cohérence de la conception. De toutes façons, cela se traduira par une augmentation des charges.

Ces différents facteurs de risque ne peuvent pas être gérés de façon semblable. Leur variété requiert une analyse du *profil de risque*, dans laquelle chaque type reste identifié. Le profil (cf. figure 3.11) permet de faire apparaître les risques majeurs, qui présentent un degré élevé.

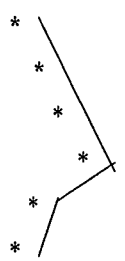
Nature du risque	Degré du risque pour le projet xxx 0 1 2 3 4 5
Taille du projet	
Difficulté technique	
Degré d'intégration	
Configuration organisationnelle	
Changement	
Instabilité de l'équipe de projet	

Figure 3.11 : Exemple de profil de risque d'un projet (Morley, 1998)

3.2.5.2 La stratégie de développement

Le profil de risque présenté précédemment permet de définir la stratégie de développement c'est-à-dire d'adapter le modèle de développement ainsi que la stratégie de traitement des risques. Ainsi, à chaque type de risque, comme le montre le tableau 3.18, correspond un traitement particulier et/ou un modèle de développement.

Type de risque	Stratégie de traitement	Modèle de développement associé
Taille de l'équipe projet	Réduction de la taille (développement incrémental) Contrôle de l'avancement grâce à un dispositif de coordination formelle Maîtrise de la cohérence par coordination personnelle et moyens formels (administration de système d'information)	Modèle en spirale (affinement et redéfinition des objectifs à chaque cycle)

Type de risque	Stratégie de traitement	Modèle de développement associé
Technique	Repérage et intervention de la bonne ressource au bon moment	Besoin stable et risque majeur lié à la programmation → modèle en cascade Dans les autres cas : modèle en W (prototype stabilise les besoins)
Intégration	Coordination personnelle + système d'information sur le futur système Dispositif de pilotage commun à tous les projets en interface	Modèle en V (intégration modulaire facilitée)
Configuration organisationnelle	Recherche d'un consensus décisionnel (participation doit permettre la prise de décision) Coordination personnelle accrue + suivi des évènements du projet	Cycle RAD
Changement	Participation des différents acteurs (modalités adaptées à l'objectif : créativité, adhésion, prise de décision)	Modèle de développement évolutif (si contraintes de budget et délai faibles et si il n'y a pas de problème d'intégration)
Instabilité de l'équipe projet	Documentation projet Coordination personnelle de type supervision	

Tableau 3.18 : Lien risque / stratégie de développement (réalisé à partir de (Morley, 1998))

3.2.5.3 Bilan de l'approche proposée par Morley

Cette approche est de même nature que l'analyse des risques proposée dans Eurométhode. Les différences résident dans le nombre de critères pris en compte et les adaptations proposées. Ici, les critères sont beaucoup moins nombreux (seulement 6 contre plus de 40 dans Eurométhode) mais permettent cependant de donner le modèle de développement ainsi que quelques pistes de traitement du risque. De plus, les éléments pris en compte tels que la configuration organisationnelle ou encore le changement sont relatifs à la dynamique du système. Il s'agit d'éléments complémentaires à ceux utilisés par Kiefer, dans le sens où ils pourraient permettre d'identifier le mode d'évolution dans lequel se trouve le SI à développer.

La notion de profil de risque est, elle aussi, intéressante car elle permet de visualiser les risques critiques mais aussi d'associer à chaque modèle de développement un profil de risque projet donné. Le tableau 3.19 donne le bilan de cette approche par rapport aux cinq dimensions du processus de développement de SI.

Quels modèles ?	Comment les construire ?	Comment regrouper et enchaîner les tâches ?	Quand réaliser ces tâches ?	Avec quelles ressource ?
		Modèle de développement.		Type de coordination.

Tableau 3.19 : Bilan de l'approche Morley

3.2.6 Morley 2

Ce paragraphe concernant la grille d'analyse d'un projet système d'information proposée par Morley dans (Morley, 1999) n'est pas une approche contingente à proprement parler. En effet,

il ne s'agit que de la proposition d'une grille permettant d'analyser les caractéristiques clés d'un projet donné. Cette grille doit à terme permettre, dans un deuxième temps, de guider le chef de projet dans ses choix méthodologiques (quel modèle ?, quel cycle de vie ?, ...). Ce guidage doit se faire par l'intermédiaire de liens entre les éléments méthodologiques et les valeurs de critères de la grille. Si ces liens ne sont pas encore formalisés, la grille proposée est déjà intéressante de par sa construction et sa structure. L'axe de recherche proposé aussi puisqu'il tente d'explorer le lien direct entre éléments méthodologiques et facteurs situationnels.

3.2.6.1 La construction de la grille d'analyse

Cette grille a été élaborée en trois étapes. La première a été de construire une grille initiale en utilisant la méthode subjective/argumentative, basée sur la confrontation d'opinions et la spéculation, car elle vise à la production d'idées et théories nouvelles. La grille initiale a, en effet, été obtenue par croisement des expériences variées d'une trentaine d'experts et par explicitation de connaissances pratiques et théoriques. Douze séances, alternant expressions libres des experts, justifications des propositions, exemples vécus et discussions, ont été nécessaires pour obtenir une première version d'une grille composée de quinze critères. La deuxième étape a consisté à valider cette grille sur la plan sémantique (compréhension des mots) et sur le fond (pertinence des critères retenus) en la confrontant à l'expérience d'un échantillon de chefs de projet (37). L'échantillon obtenu comprenait majoritairement des entreprises de plus de 3000 personnes, ainsi que quelques petites Sociétés de services en ingénierie informatique et télécommunication. Cette enquête a permis d'affiner la grille en modifiant, par exemple, les critères mal compris. Cette grille a été validée de manière complémentaire auprès de cinq responsables informatiques ou directeurs des études d'une grande entreprise dans les secteurs suivants : banque, assurance, industrie, transport et grande distribution.

3.2.6.2 La grille d'analyse proposée

La grille proposée est composée de treize critères structurée autour des quatre points de vue suivants : téléologique, sociologique, métrologique et informatique (cf. figure 3.12).

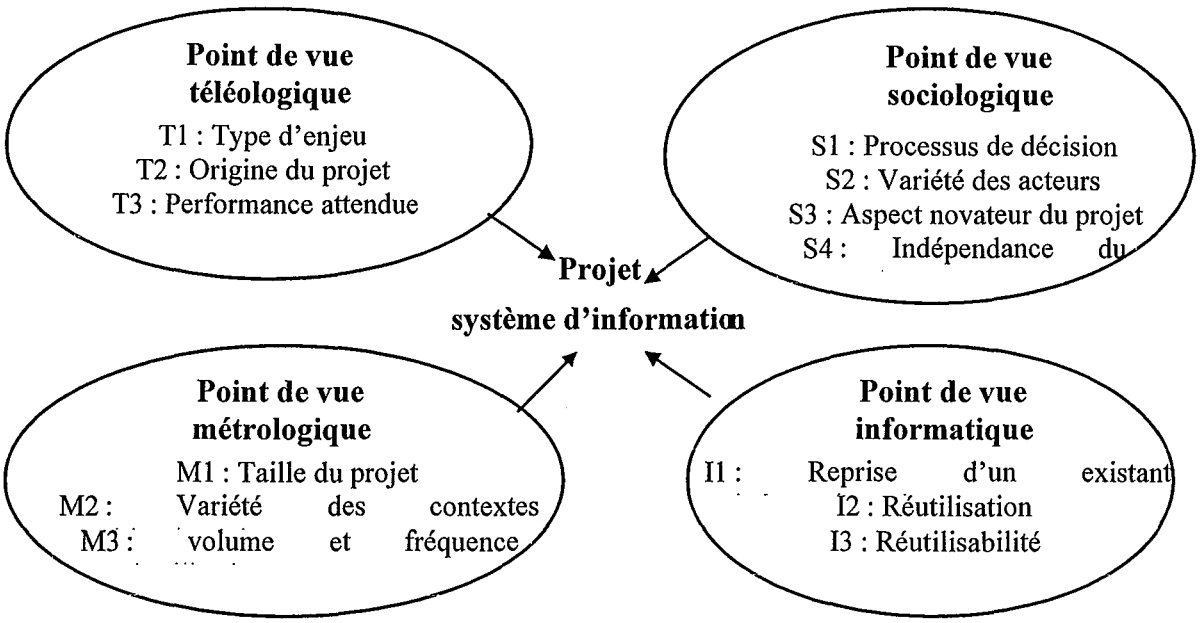


Figure 3.12 : Structure de la grille d'analyse a priori d'un projet système d'information

Le point de vue téléologique traduit la finalité du projet pour l'entreprise : Pourquoi le projet ? Pourquoi maintenant ? Qu'en attend-on ? Il comprend les trois paramètres suivants :

- T1 : Le type d'enjeu : de ce paramètre dépend la qualité recherchée et l'architecture du système. Ainsi, par exemple, pour améliorer la productivité administrative, l'essentiel va se jouer autour de l'automatisation : plus l'automatisation est importante, plus la productivité est améliorée.
- T2 : L'origine du projet : ce paramètre influence le point de départ de la conception qui devra partir des besoins si le projet est principalement guidé par une expression des besoins, ou de l'offre s'il l'est par une offre technologique existante.
- T3 : La performance attendue : ici, c'est essentiellement le pilotage du projet qui est concerné car selon la performance attendue ce sera le délai, le coût ou encore la qualité qui prédominera sur les autres exigences.

Le point de vue sociologique permet d'apprécier le projet dans son environnement humain. Il décrit la sociologie du projet, c'est-à-dire les différents acteurs impliqués dans les décisions, l'organisation, la coordination et l'apprentissage. Il comprend les quatre paramètres suivants :

- S1 : Le processus de décision : ce paramètre traduit les modalités de décisions sur le projet. Par exemple, si le processus de décision est réparti entre plusieurs centres de responsabilités, une organisation rigoureuse avec des dispositifs d'arbitrage doit être mise en place.
- S2 : La variété des acteurs : il s'agit ici du nombre d'interlocuteurs jouant un rôle particulier dans le projet. Ainsi, un nombre élevé d'acteurs peut générer des conflits et des allongements de délai.
- S3 : L'aspect novateur du projet : ce paramètre est lié au degrés de changement relatif à un groupe d'acteurs entre une situation initiale et une situation cible.
- S4 : L'indépendance du projet : ce paramètre s'attache à la position du projet par rapport aux autres projets en cours. Une interdépendance forte entre projets, par exemple, nécessite une coordination globale des projets mais aussi des échanges d'informations pour connaître les choix respectifs.

Le point de vue métrologique rassemble les aspects quantitatifs du projet : charge estimée, nombre de sites différents et utilisation de la future application. Il comprend les trois paramètres suivants :

- M1 : La taille du projet : ce paramètre est lié à la charge prévisible du projet et le couple (délai, nombre de personnes de l'équipe projet). Une taille élevée aura une influence sur la coordination et la cohérence du projet.
- M2 : La variété des contextes d'application : ce paramètre a une influence sur la charge de travail. En effet, plus le nombre de sites touchés par le futur système et ayant des caractéristiques spécifiques aux niveaux matériels, données ou procédures est important, plus la charge de travail sera importante.
- M3 : Les volume et fréquence d'utilisation : ce paramètre a surtout une influence sur la phase de mise en œuvre. Si les volumes sont importants et les fréquences élevées, il faudra, par exemple, anticiper sur l'optimisation physique par une structuration adéquate des données.

Le point de vue informatique évalue les caractéristiques générales de la construction de l'application informatique, indépendamment des contextes techniques particuliers. On y trouve ce qui touche à la reprise d'éléments informationnels et à la réutilisation de composants informatiques. Il comprend les trois paramètres suivants :

- I1 : La reprise d'un existant informationnel : ce paramètre concerne l'obligation pour l'équipe projet de récupérer sans modification tout ou partie de l'existant informationnel. Un existant à reprendre peut être une contrainte pouvant se traduire par des activités spécifiques sur le projet.
- I2 : La réutilisation : ici, il s'agit de voir dans quelle mesure le système doit être construit à partir de composants existants (modèles et / ou logiciels). Si cela est le cas, il ne faut pas sous-estimer les activités d'exploitation de la base de composants.
- I3 : La réutilisabilité visée : ce paramètre indique dans quelle mesure le système doit être construit en « pièces de lego » destinées ultérieurement à être réutilisées.

3.2.6.3 Bilan de la grille proposée par Morley comparaison avec les facteurs situationnels d'Eurométhode

Cette grille d'analyse a priori d'un projet de développement d'un SI n'augmente pas à elle seule le nombre des dimensions de la problématique de développements de SI pour lesquelles une adaptation à un projet particulier est proposée. Cependant, il est intéressant de comparer les facteurs qui y sont proposés avec les facteurs situationnels proposés dans Eurométhode. Le résultat de cette comparaison est donné dans le tableau 3.20 et est intéressante à plusieurs points de vue. D'une part, Chantal Morley aborde l'origine du projet, le type d'enjeu, les volume et fréquence d'utilisation ainsi que la réutilisation et la réutilisabilité visée alors que ces domaines ne le sont pas dans Eurométhode. D'autre part, une grande partie des critères sont communs (taille du projet, nombre d'acteurs du projet, ...), même s'ils ne sont pas exprimés de la même manière. Ainsi, Eurométhode fait bien la différence entre les

changements organisationnel et les changements techniques alors que dans Morley l'ensemble de ces aspects est traité dans le critère S3 : « aspect novateur » du projet. Il en est de même pour la différence entre les acteurs du projet et les acteurs du SI. De plus, Eurométhode affine les aspects techniques liés à la complexité de l'information, son degré de formalité, ... ainsi que ceux liés aux compétences et la motivation de l'équipe projet et des acteurs du SI.

Critères Morley 2	Equivalent Eurométhode
T1 : type d'enjeu (tableau de bord, productivité administrative, efficacité opérationnelle)	
T2 : origine du projet (offre dominante, besoins dominants)	
T3 : performance attendue (pas de performance attendue dominante, contraintes de délai, de coût, qualité, internalité des ressources)	Adéquation planning, adéquation budget
S1 : processus de décision (formalisés, appliqués, répartis entre plusieurs centres de responsabilité, répartis entre plusieurs maîtrises d'œuvre)	Dépendance des sous-contracteurs, degré de formalité du contexte client-fournisseur
S2 : variété des acteurs jouant un rôle dans le projet	Nombre d'acteurs du projet
S3 : aspect novateur du projet (le projet apporte-t-il un changement dans l'entreprise : système de gestion, organisation, application, techniques mises en œuvre dans le système cible)	Importance des changements organisationnels, importance des changements technologiques, nouveauté de la technologie cible, nouveauté de l'adaptation de SI
S4 : indépendance du projet (indépendance par rapport à d'autres projets et/ou d'autres domaines applicatifs)	Nombre de sous-contracteurs, nombre d'interfaces avec d'autres adaptations de SI, Dépendance avec d'autres adaptations de SI
M1 : taille du projet	Taille du projet
M2 : variété des contextes d'implantation (nombre de sites présentant des caractéristiques spécifiques)	Taille de distribution, hétérogénéité des acteurs du SI, nombre de réplications du système informatisé
M3 : volume et fréquence d'utilisation	
I1 : reprise d'un existant informationnel	Complexité de migration
I2 : réutilisation	
I3 : réutilisabilité	

Tableau 3.20 : Comparaison grille d'analyse Morley 2 et facteurs situationnels Eurométhode

3.2.7 Van Slooten : « développement contingent des systèmes d'information »

3.2.7.1 Les concepts de stratégie de développement, carte de route et fragments de méthodes

Van Slooten propose dans (van Slooten et al., 1996) une procédure formelle de configuration de scénarios de développement à partir de la caractérisation projet. La caractérisation projet est définie par un certain nombre de facteurs de contingence projet. Les facteurs de contingence sont des circonstances du projet qui influencent d'une manière ou d'une autre la sélection ou la construction d'un scénario, encore appelée méthode situationnelle par l'auteur (« situated method » en anglais). Le scénario de développement ou méthode situationnelle est défini par Van Slooten comme la composition d'une carte de route et de fragments de méthodes.

L'auteur fait référence à un certain nombre de concepts de base qu'il est important de définir. Ainsi, la stratégie de développement détermine la séquence des activités du projet développement. Cette notion est liée à celle de carte de route. La carte de route donne les activités à réaliser durant le projet, le séquencement de ces activités, ainsi que les produits intermédiaires qui doivent être fournis à l'issue de chaque activité. La notion de carte de route ne s'attache pas à la manière de réaliser ces activités, c'est-à-dire aux méthodes, techniques et outils supportant ces activités. D'où pour obtenir un scénario de développement complet, la nécessité d'associer une carte de route et des fragments de méthodes.

Les grands principes mis en avant par Van Slooten sont donc la caractérisation projet et les notions de fragments de méthodes et de carte de routes.

3.2.7.2 Les étapes de la configuration de scénario

La configuration de scénario comporte les étapes suivantes (cf. figure 3.13) :

- Caractérisation du projet : dans ce cadre, il s'agit de donner des valeurs et poids à des facteurs de contingence c'est-à-dire des caractéristiques de la situation de développement. Ces facteurs sont classés en caractéristiques du domaine (i.e. liés au contenu des applications), facteurs externes (telles que normes sociales et légales), facteurs techniques (liés aux dépendances particulières hardware et software), et expertise de développement (interne, externe, utilisateur final).
- A partir de la caractérisation projet, l'ingénieur des méthodes détermine les aspects, niveaux, contraintes et stratégie de développement. Cela est lié à un ensemble de cartes de route et de fragments de méthodes potentiels stockés dans une base de données appelée base de méthodes. Les cartes de routes sont des plans de stratégie de développement composés d'activités de développement et de produits. Les fragments de méthodes sont des parties de méthodes, techniques et outils, qui peuvent incorporés dans une carte de route pour former une approche complète de projet.

- Un premier scénario de projet est composé en sélectionnant la carte de route la plus appropriée et le nombre correspondant de fragments de méthodes. Dans ce cadre, l'expertise de développement est liée au choix des outils et techniques.
- La scénario est affiné en cours de projet et adapté dans le cas de facteurs de contingence non prévus. La caractérisation projet est affinée et corrigée si nécessaire. Ainsi des fragments de méthodes additionnels peuvent être ajoutés aux scénarios. La performance complète du projet permet d'améliorer l'expertise, qui peut être exploitée dans d'autres projets à venir.

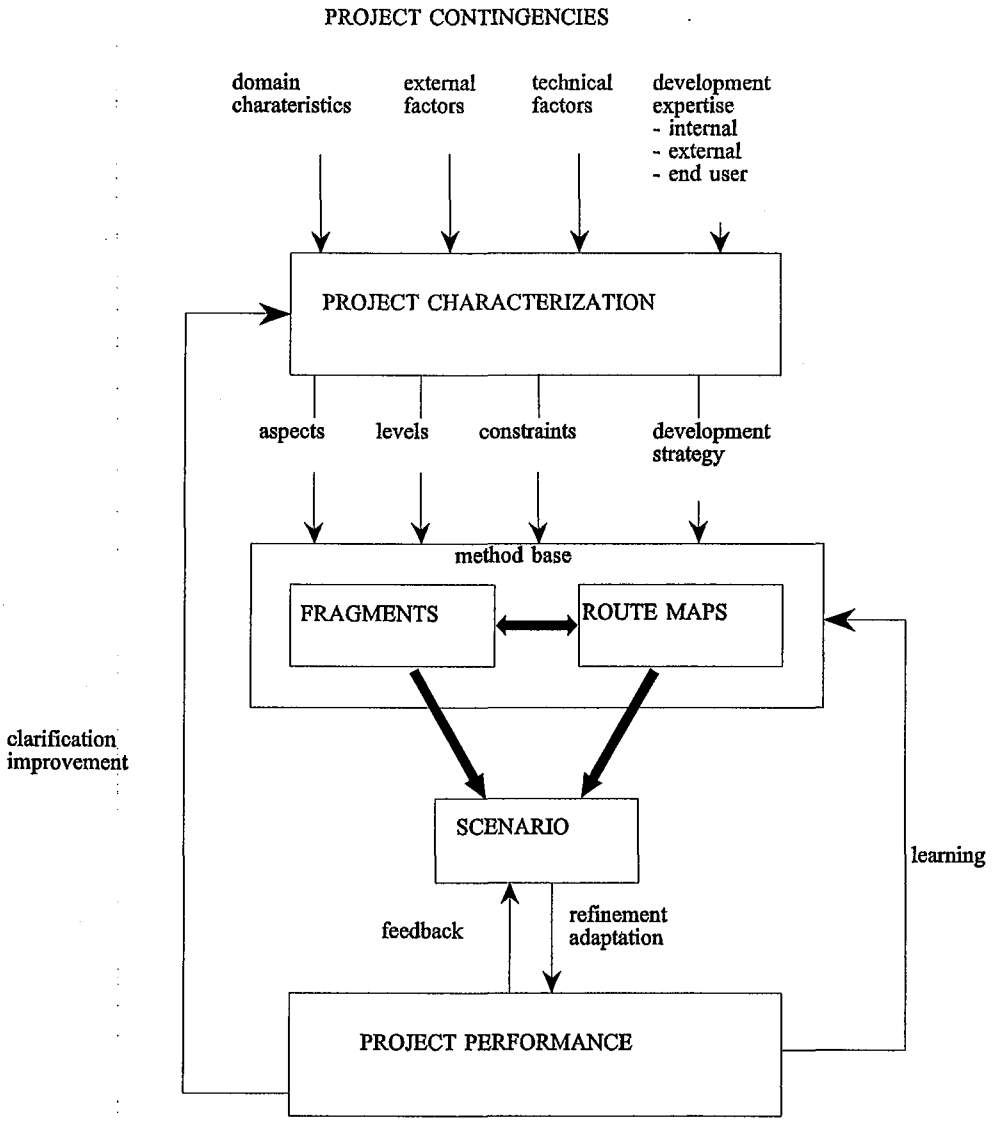


Figure 3.13 : Démarche de configuration de scénarios de projet (van Slooten *et al.*, 1993)

3.2.7.3 Variables intermédiaires et fragments de méthodes

Comme le montre la figure précédente, la caractérisation du projet permet de déterminer les variables intermédiaires suivantes :

- Les aspects : cet élément met l'accent sur la manière d'observer le « système objet » ou univers du discours c'est-à-dire la partie de la réalité considérée comme l'aire de problème pour le développement du système d'information. Ainsi, un système objet peut être un processus, une fonction de l'organisation, ... Les frontières du système objet doivent être

définies lors des premières étapes d'analyse et de conception. Quelques exemples classiques d'aspects sont les aspects processus, données et comportement. Certaines méthodes orientées-données, par exemple, mettent l'accent sur la modélisation des entités et des relations entre celles-ci, comme par exemple la modélisation entité/association. Les aspects temporels et le séquencement dynamique des processus sont pris en compte par l'aspect orienté comportement, comme par exemple la modélisation des traitements dans Merise. Van Slooten retient cinq aspects : l'aspect processus, l'aspect information ou données, l'aspect comportement, l'aspect organisation et l'aspect problème.

- Les niveaux : cet élément distingue deux niveaux pour le processus d'analyse et de conception, à savoir les niveaux système objet et système informatique. La structure et le fonctionnement du système objet sont relatifs au niveau d'analyse et de conception du système objet. Seul le fonctionnement d'un système informatique potentiel est important à ce niveau. Ainsi, le système informatique est assimilé à des boîtes noires pendant ces étapes. L'analyse et la conception du système informatique, identifié au niveau système objet, concerne le niveau système informatique.
- Les contraintes : il s'agit de règles organisationnelles limitant l'approche possible : les outils disponibles, le budget, l'utilisation d'une méthode standard, ... Van Slooten distingue les contraintes dites « hard » qui ne peuvent être éliminées des contraintes dites « soft » qui disparaissent grâce à des mesures simples.
- La stratégie de développement : le choix de la stratégie de développement est liée à l'incertitude et à la complexité projet. Trois stratégies principales sont mises en avant, à savoir : le développement linéaire sans prototypage, le développement linéaire avec prototypage pendant la phase d'analyse, et le développement non linéaire avec prototypage ponctuel. Par ailleurs, le choix d'une stratégie de développement est supportée par un méta modèle de processus. Ce dernier permet de générer des modèles de processus primaires adaptés à la situation. Ce méta-modèle est composé de deux cycles : le processus de développement et le cycle des opérations.

Les deux variables intermédiaires aspects et niveaux constituent une grille de classement des méthodes existantes (cf. figure 3.14). Le choix des fragments de méthodes est donc relatifs au niveau (OSAD = analyse et conception du système objet et ISAD : analyse et conception du système informatique) ainsi qu'à l'aspect modélisé (processus, information, comportement, organisation, problème). Van Slooten propose l'intégration des méthodes suivantes pour couvrir les différents couples (aspects / niveaux).

Aspects / Levels	process	information	behaviour	organization	problem
	function activity	message data	event time	structure culture	articulation solving
OSAD	decomposition process	decomposition process	MERISE dynamic modelling	-org. chart -resp. matrix -valuation framing	-ISAC analysis of change
ISAD	decomposition process	NIAM information structuring	MERISE dynamic modelling		

Figure 3.14 : Exemple de remplissage de grille de lecture des fragments de méthodes (van Slooten et al., 1993)

Le choix d'une carte de route et des fragments de méthode associés se base sur ces variables intermédiaires (stratégie de développement, aspects, niveau et contraintes). Cependant, le choix des fragments de méthodes n'est pas guidé et relève de l'expertise de l'ingénieur des méthodes.

3.2.7.4 Bilan de l'approche proposée par Van Slooten

L'approche proposée par Van Slooten est intéressante à plusieurs égards. Le premier est de proposer un processus clair de configuration de scénarios de développement qui prend en compte de manière parallèle et simultanée les fragments de méthodes à utiliser et la carte de route à suivre (tâches du projet et séquencement). Le deuxième est de proposer des éléments support facilitant la mise en œuvre du lien entre l'analyse de la situation et la carte de route. Ainsi, l'analyse de la situation est structurée autour de quatre dimensions distinctes. De plus, il y a mise en avant d'un méta-modèle de processus mais aussi de pré-conditions garantissant la faisabilité de la stratégie de développement.

En dernier lieu, il est intéressant de noter la grille de classement des méthodes. Cette grille met l'accent non pas sur les tâches où la méthode est mise en œuvre (cas de V-Model, par exemple) mais sur les notions d'aspects et de niveaux. Le potentiel de fragments de méthode proposé est faible par rapport à V-Model par exemple. De plus, le choix des méthodes à mettre en œuvre n'est pas guidé et reste du ressort de l'expert du domaine.

L'approche proposée par Van Slooten peut être placée de la manière suivante (cf. tableau 3.21) par rapport aux cinq dimensions du processus de développement de système d'information.

Quels modèles ?	Comment les construire ?	Comment regrouper et enchaîner les tâches ?	Quand réaliser ces tâches ?	Avec quelles ressource ?
	Grille de classement de méthodes selon les aspects et les niveaux traités + intégration d'un nombre réduit de méthodes.	Cartes de route. Méta-modèle de processus. Stratégie de développement.		

Tableau 3.21 : Synthèse de l'approche de Van Slooten

3.2.8 Zhu : WSR appliquée au développement des systèmes d'information

3.2.8.1 Les grands principes de l'approche proposée par Zhu

Cette approche proposée dans (Zhu, 2001) se distingue quelque peu des précédentes car elle émet l'hypothèse que les problèmes variés qui modèlent le processus de développement interagissent de manière permanente et imprévisible. Ainsi, ils ne peuvent être abordés qu'à chaque instant du développement et non selon une séquence prescrite. Cette approche appelée Wuli-Shenli-Renli ou WSR, prend ses racines dans la philosophie orientale de Confucius. La base de cette approche sont les trois concepts Wuli, Shili et Renli qui abordent différentes aspects du monde et des activités humaines (cf. figure 3.15).

Li, concept clé de cette approche, est en chinois à la fois un verbe et un nom. Sa traduction en français est essence, organisme, ordre, logique, patron (au sens de pattern), tendance, principe, raison, raisonnement, engagement, management, ... Le terme Li dénote aussi la connaissance humaine de toutes ces « choses », actions et interactions.

Wuli concerne toutes les lois et principes qui forment et gouvernent les aspects matériels et techniques du monde. Shili dénote les dimensions psycho-cognitive des activités humaines c'est-à-dire les voies individuelles tout comme les choix de groupe pour voir, penser, modéliser, et agir. Renli met l'accent sur les relations socio-politiques dans la vie humaine, c'est-à-dire les schèmes de motivation, négociation, communication, structuration du pouvoir, confrontation et coopération etc.

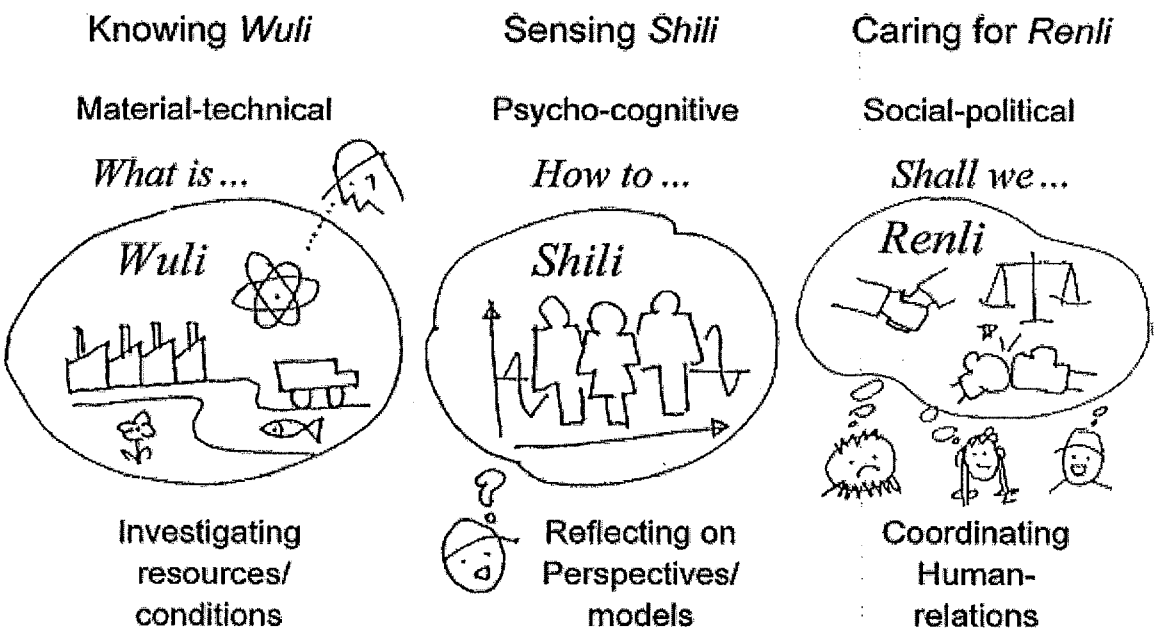


Figure 3.15 : Significations des concepts Wuli, Shili et Renli (Zhu, 2001)

3.2.8.2 Les concepts de Wuli-Shenli-Renli

Selon WSR, toute situation réelle et donc aussi les projets de développement de SI, peut être vue de manière pragmatique comme l'interaction continue de Wuli (relations avec le monde), Whili (relations avec l'esprit) et Renli (relations avec les autres). En conduisant des projets, trois domaines d'action sont abordés : l'investigation et la modélisation de Wuli, la préoccupation et la réflexion autour de Shili et la coordination de Renli. WSR pousse le participant au projet à prendre en compte tous modèles, préoccupations et perspectives de Wuli, Shili et Renli, de manière équilibrée et participative. Cette attitude le conduit à chercher les méthodes appropriées pour résoudre des « lis » variés.

En effet, même s'ils sont différenciés, les « lis » sont en interaction permanente. En termes de développement de SI, cela signifie que les problèmes techniques et sociaux s'infiltrent et se transforment mutuellement. Wuli : les réseaux d'ordinateur et internet, par exemples, structurent continuellement la manière dont les humains interagissent entre eux et avec le monde. Renli : les structures de pouvoir, par exemple, dictent non seulement nos conceptions éthique de fonctionnement du SI mais aussi nos décisions « techniques » concernant le matériel à acquérir. Nos manières de donner du sens, de partager une signification c'est-à-dire le shili sont basées les conditions technologiques (wuli) et de pouvoir (renli). WSR met l'accent sur l'interaction dynamique et imprévisible de multiples dimensions perspectives et actions.

3.2.8.3 Mise en œuvre des concepts de Wuli-Shenli-Renli

De manière imagée, W, S et R peuvent être vues comme des bulles. De manière similaire aux bulles dans l'eau, le comportement, l'interaction et les influences mutuelles entre W, S et R sont fortement incertaines et imprévisibles. D'un point de vue de la méthodologie, le traitement de cette « dynamique de bulles », WSR n'adopte pas une séquence établie du type « social-technique » ou « soft-hard » mais un processus de management et d'apprentissage en spirale (cf. figure 3.16). Dans ce cadre, les activités de développement sont arrangées selon un modèle sous-jacent dans lequel les individus cherchent des plans et agissent par rapport à un ensemble de problèmes clés.

Ainsi, les participants dans une situation concrète, motivés par le désir de changement, d'amélioration, la réduction de l'incertitude, sont poussés à exprimer ce qu'ils ressentent et ce qu'ils veulent en répondant à la question « De quoi avons-nous besoin ? ». Ensuite, les participants se focalisent sur les ressources qu'ils peuvent déployer et sur les contraintes à traiter pour réaliser les désirs exprimés, en répondant à la question « De quoi disposons-nous ? ». Puis en comparant l'état souhaité et l'existant, les utilisateurs peuvent être en mesure de spécifier ce qui est faisable, en discutant la question « Que devons nous avoir ? » (« What shall we have ? »)). Les étapes suivantes consistent à transformer les besoins « faisables » en une solution structurée (« Que devons nous faire ? »), en mettant le plan de solution en des configurations opérationnelles (« Comment devons-nous faire ? ») et en évaluant le résultat obtenu, la méthodologie mise en œuvre, et ce que les participants ont appris de l'ensemble du processus (« A quel point avons-nous bien fait ? »). L'élément « coordination des relations » implique la discussion et le traitement des problèmes de manière collective tant du point de vue des ressources que de l'expertise ou encore des opportunités.

Chaque étape peut ensuite être décomposée en un ensemble d'activités, dont la gestion est plus facile. Ces activités peuvent intentionnellement être calquées sur des activités de méthodologies de développement de systèmes d'information existantes. Par exemple, l'étape « appréciation des besoins en information »(« De quoi avons-nous besoin ? ») peut être organisée en trois activités : échange, expression des besoins, exploration des options de solution.

A chaque étape de WSR, les participants devraient idéalement pouvoir avoir accès à n'importe quelle méthode, technique et outil qu'ils considèrent appropriés. Par exemple, « l'appréciation des besoins en information » peut être assistée de techniques et outils tels que les interviews, les questionnaires, le brainstorming, les modèles conceptuels, les diagrammes de flux de données, le prototypage, ... Au départ, aucune méthode ne devrait être exclue ; à la fin, aucune méthode ne peut être suffisante. Les utilisateurs sont encouragés à appliquer des méthodes variées, en entier ou en partie, aussi longtemps qu'ils rendent transparents les

hypothèses basiques de ces méthodes, modèles, techniques et outils. De même, les résultats de chaque étape peut prendre des formes différentes : textes, tableaux, diagrammes, images, dictionnaires de données, ...

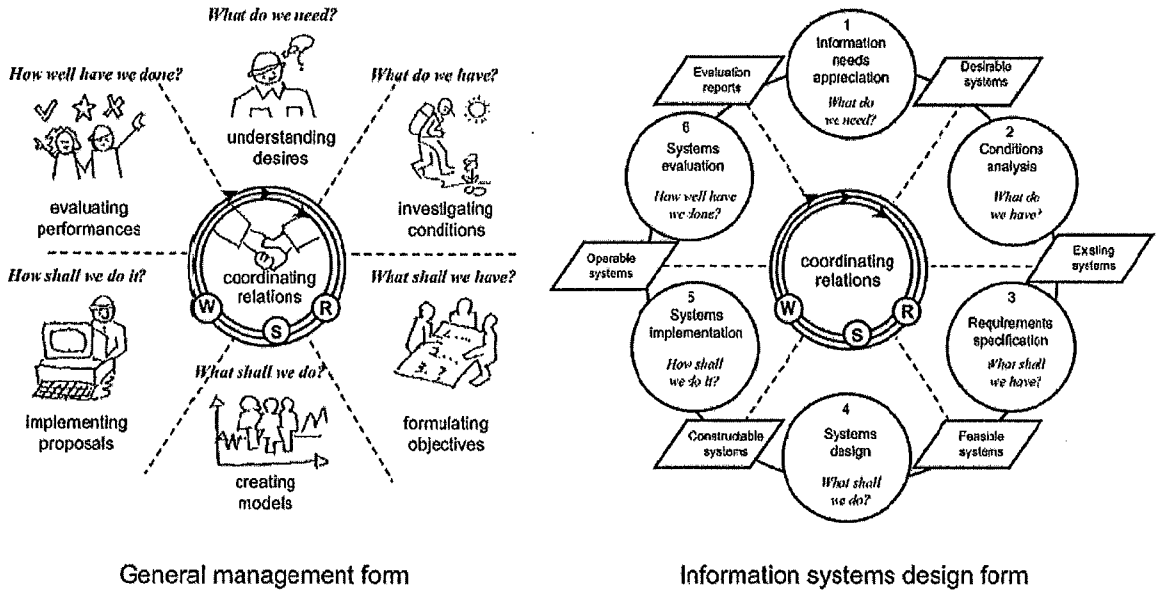


Figure 3.16 : Modèle en spirale de l'approche WSR (Zhu, 2001)

3.2.8.4 Bilan de l'approche proposée par Zhu

L'approche WSR de Zhu, propose de considérer le processus de développement comme un ensemble de questions basiques auxquelles il s'agit de répondre. A chaque question correspond une étape qui peut être décomposée en un ensemble d'activités plus faciles à gérer. La réponse à ces questions prend en compte l'ensemble des dimensions W, S et R et s'organise autour d'un processus de management et d'apprentissage en spirale.

Les originalités de cette proposition sont multiples. La première est de ne pas proposer un traitement suivant des séquences « hard / soft » mais de mettre en avant l'interaction imprévisible et perpétuelle des dimensions technique, sociale et humaine. La deuxième est de se distinguer des modèles et méthodes « classiques » de développement en mettant l'accent sur la compréhension des besoins et sur l'investigation des ressources présentes pour répondre à ces besoins.

Ainsi, par rapport à notre grille d'analyse du processus de développement autour de cinq dimensions, Zhu s'attache à la dimension « comment regrouper les taches » puisque le développement s'articule autour de six questions agencées en spirale. Un certain nombre d'hypothèses sur la dimension « quelles ressources ? » sont faites : préconisation d'une approche participative avec des individus motivés par le désir de changement. L'aspect méthode est effleuré, dans le sens où, effectivement l'application de méthodes, modèles,

outils est recommandée tout au long du processus et ce à chaque fois que le besoin se fait ressentir par les participants. La décomposition des étapes en sous-activités peut d'ailleurs être calquée sur une méthode existante. Il est, de plus, fait l'hypothèse qu'aucune méthode ne devrait être exclue au début du processus mais qu'à la fin celles-ci s'avèrent insuffisantes.

Cependant, le processus de choix de méthodes et outils n'est pas guidée et reste à la charge des participants. Le tableau 3.22 montre le lien entre les différentes dimensions du processus de développement et la proposition de Zhu :

Quels modèles ?	Comment les construire ?	Comment regrouper et enchaîner les tâches ?	Quand réaliser ces tâches ?	Avec quelles ressource ?
Utilisation de méthode, outil et technique à chaque fois que cela est nécessaire. « Aucune méthode ne doit être exclue au départ mais méthode insuffisante à la fin. »		Processus de management et d'apprentissage en spirale structuré autour de six questions clés.		Individus motivés Approche participative

Tableau 3.22 : Bilan de l'approche WSR

3.3 Synthèse des approches contingentes en développement des systèmes d'information : proposition d'une grille de lecture et analyse

3.3.1 Nécessité et proposition d'une grille de lecture

La présentation des travaux relatifs à la mise en œuvre du principe de contingence en développement des systèmes d'information met l'accent sur différents points. Le premier point est lié au vocabulaire employé : les limites entre les notions récurrentes telles que méthodes, projet, approche et stratégie de développement sont loin d'être claires et précises. La structuration du processus de développement autour de cinq dimensions ainsi que le lien entre ces dimensions et les approches présentées précédemment permettent de clarifier ce point. Ainsi, si selon la définition des approches contingentes, l'objectif premier semble être l'adaptation des méthodes (dimensions « quels modèles », « comment les construire »), une analyse plus fine tend à montrer que cela n'est pas toujours le cas. En effet, certaines approches telles que celle de Morley 1, par exemple, se focalisent sur la stratégie de développement (aspect projet) alors que d'autres couvrent plus ou moins les cinq dimensions c'est-à-dire à la fois les aspects méthodes et projet.

Au-delà de la variété de vocabulaire, dont la confusion peut être préjudiciable à une bonne compréhension des différentes approches, nous mettons, dans le cadre de notre travail, l'accent sur les mécanismes de contingence, en d'autres termes sur les différents processus proposés pour naviguer parmi les différentes dimensions du processus de développement de système d'information. Devant la multiplicité des approches proposées et de manière à mettre en avant leurs points forts mais aussi leurs points faibles il est nécessaire de proposer une grille de lecture (Goepp *et al.*, 2003a).

Compte tenu de la définition de la notion de contingence et du paragraphe précédent, deux problématiques centrales peuvent être mises en avant, à savoir :

- Qu'adapte-t-on ?
- Quels sont les éléments qui orientent l'adaptation ?

Ainsi, nous proposons de faire correspondre à chaque interrogation un élément de description. Chaque élément va constituer une brique élémentaire nécessaire à la bonne compréhension des mécanismes de contingence. Les différents éléments correspondant respectivement à chaque question posée précédemment sont :

- Le « niveau » de contingence
- Le « type » de caractérisation

La notion de « niveau » de contingence fait référence à l'élément adapté pendant le processus de développement. Ces niveaux sont relatifs aux dimensions de description du processus de développement ainsi qu'à l'objectif de ce processus c'est-à-dire le système d'information. Ainsi, les niveaux sont les suivants :

- Le système d'information (SI)
- Les méthodes à utiliser (dimensions « Quels modèles construire ? », « Comment les construire ? »)
- Le projet (dimensions « Comment regrouper les activités et les enchaîner ? », « Quand les réaliser ? », « Avec quelles ressources ? »)

La notion de « type » de caractérisation s'attache aux facteurs de contingence utilisés. En effet, l'adaptation d'un niveau se fait en fonction d'une caractérisation soit par des éléments intrinsèques à ce niveau concerné, soit par des éléments relevants d'au moins un des deux autres niveaux. Ainsi, nous mettons en évidence deux « types » de caractérisations :

- La caractérisation de type « unique », qui met en jeu un seul niveau
- La caractérisation de type « multiple » qui met en jeu plusieurs niveaux

La figure 3.17 donne une réprésentation schématique des concepts de « niveau » et « type ».

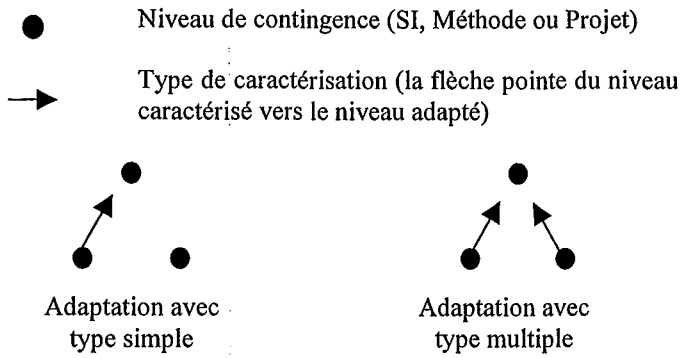


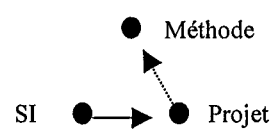
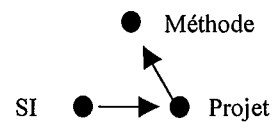
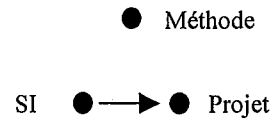
Figure 3.17 Les différents éléments de description des processus contingents dans le domaine du développement des systèmes d'information

3.3.2 Mise en œuvre et exploitation de la grille de lecture

L'observation des processus contingents étudiés précédemment à l'aide la grille de lecture proposée ci-dessus est donnée dans le tableau 3.23. Les flèches en pointillés concernent le ou les adaptations préconisées par l'approche mais qui ne sont pas guidées et restent du ressort de l'utilisateur. Par exemple, l'approche de Zhu préconise l'utilisation de méthodes mais ne précise par lesquelles. De plus, nous mettons en évidence que, dans certains cas, l'adaptation d'un niveau donné dépend de l'adaptation d'un autre niveau. Cela est le cas de V-Model où l'allocation de méthodes se base sur les tâches projets, qui ont été déterminées grâce à une caratérisation du SI et du projet. En d'autres termes, il existe des liens entre les « niveaux » par l'intermédiaire du « type » de caractérisation. Cela se traduit par des séquences d'adaptation, que nous appelons « mode ».

Deux modes de « contingence » ont été observés :

- Le mode « simple » correspond à l'adaptation d'un niveau.
- Le mode « composé » correspond à l'adaptation d'un niveau par l'intermédiaire d'un autre niveau.

Approches	Description
Eurométhode	
V-Model, Van Slooten	
Morley, Kiefer	

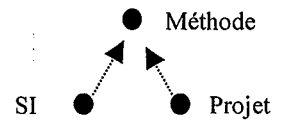
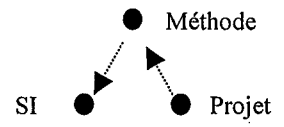
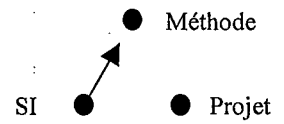
Approches	Description
Morley 2	
WSR	
Gzara	

Tableau 3.23 : Application de la grille de lecture aux processus contingents étudiés (Goepp et al., 2003a)

L'analyse des « graphes de contingence » des différents processus contingents pour le développement des SI montre que les approches traitant généralement l'adaptation de méthodes s'attachent souvent à une adaptation niveau projet. Cette adaptation prend d'ailleurs plusieurs formes : une carte de route, des activités et des produits sans séquencement temporel, un ensemble de points de décision ou encore un modèle de développement. Dans ce cas, le mode préconisé est dans la plupart des cas simples.

Dans le cas des modes simples de contingence, le type de caractérisation a un impact important sur la mise en œuvre opérationnelle. En effet, les points de départ sont souvent restrictifs comme par exemple la limitation à un type de système d'information (Gzara *et al.*, 2000) ou à un type de situation de conception comme dans Eurométhode (Commission Centrale des Marchés, 1996c). S'il est vrai que le cheminement proposé semble clair, en situation réelle, il n'est pas évident de se trouver dans les limites du cadre préconisé. Dans certains cas, la caractérisation multiple apporte des réponses intéressantes en offrant un point de départ plus réaliste puisque basé sur un ensemble de caractéristiques projet et système d'information moins restrictives. Cependant, les résultats obtenus restent limités au modèle de développement à mettre à œuvre, comme cela est le cas dans (Morley, 1998). De plus, les caractérisations sont généralement des critères liés à la complexité et/ou l'incertitude de la situation. Dans ce cadre, l'approche de Kiefer (Kiefer et al., 1995) est originale puisqu'elle se base sur les modes d'évolution dans lequel se trouve le SI, ce qui lui permet, à partir d'un diagramme de contexte, de proposer les acteurs à impliquer dans le projet.

L'analyse des modes composés, quant à elle, peut être assimilée à celle de deux modes simples réalisés de manière séquentielle. Ici, comme pour les modes simples, se pose la problématique de la caractérisation. Les propositions existantes, relatives à ce type de mode, se basent sur des critères dont la quantification est délicate en début de projet (cf. V-Model dans (General Directive 250, 1997)). Or, de cette quantification vont dépendre les contingences des deux autres niveaux, en l'occurrence les niveaux projet et méthode. Ainsi, la

spécificité du mode composé est de proposer des niveaux de contingence en série. Ici, apparaît donc la problématique du choix de l'ordre des différents niveaux à adapter. Il est intéressant de constater que les travaux existants n'exploitent pas l'ensemble des modes potentiellement existants. Cela est en grande partie du à la prédominance du niveau méthode. Ce niveau de contingence est une réponse à la diversité des méthodes dans le domaine des systèmes d'information et donc à la nécessité mais aussi à la difficulté de faire un choix adapté. Il se base en général sur l'hypothèse qu'il est possible d'associer une ou plusieurs méthodes à chaque tâche du projet ; d'où le mode composé passant du niveau système d'information au niveau projet puis au niveau méthode

L'analyse des processus de contingence existant montre que le nombre, la spécificité et le rapport personnel au SI des acteurs impliqués dans un processus de développement de SI, ne permet pas à ce processus d'être prévisible au point de proposer un processus de développement, voire d'adaptation, générique efficace. Nombreux sont les problèmes qui peuvent se révéler au fur et à mesure du déroulement du projet, obligeant en permanence les chefs de projets à suspendre leur prévision à une estimation des risques.

En abordant la problématique de la contingence par le fil conducteur des problèmes de fond qui sont à la source de tous ces risques, il y a peut-être matière à progresser et, pourquoi pas, à exploiter des modes de contingence encore peu ou pas développés. C'est pourquoi nous allons dans la suite de ce travail aborder l'analyse de ces problèmes de fond. Nous utiliserons la méthode OTSM-TRIZ, méthode générale d'analyse et de résolution de problèmes basée sur la recherche de solutions à partir de l'identification des paradoxes-clés sous-jacents à toute situation de problème. Nous étendrons cette étude à l'évaluation du potentiel d'application de ces paradoxes-clés dans un projet réel de développement de SI.

Chapitre 4 : Utilisation d'OTSM-TRIZ

4.1 Des processus contingents vers OTSM-TRIZ

Dans le chapitre précédent, l'étude et l'analyse des processus contingents pour le développement des systèmes d'information mettent en évidence les problématiques liées à la mise en œuvre des modes de contingence et des caractérisations associées.

En ce qui concerne la première dimension, relative aux éléments adaptés et aux séquencements d'adaptation, force est de constater que les recherches actuelles se dirigent vers la mise en œuvre de modes composés. Cette tendance permet, en effet, une prise en compte globale des différentes dimensions (aspects méthode et projet) du processus de développement. Le mode simple, quant à lui, ne permet que l'adaptation d'un des deux niveaux.

Pour ce qui est la deuxième dimension, relative aux éléments de caractérisation, elle va jouer un rôle central dans la qualité de l'adaptation, c'est-à-dire du processus contingent en général. En effet, c'est la caractérisation qui fait le lien vers les méthodes et la démarche projet. Généralement les éléments de caractérisation utilisés sont relatifs au projet (taille de l'équipe projet, variété des acteurs projet, ...) et/ou au système d'information (complexité des données, volume et fréquence d'utilisation ...). Outre les problèmes liés au nombre de critères à renseigner rendant la caractérisation fastidieuse et longue (Eurométhode, par exemple, propose une liste non exhaustive d'une quarantaine de facteurs de contingence), il y a ceux liés à la quantification même de ces critères. Celle-ci, dont dépend ensuite l'adaptation d'un niveau donné (méthode ou projet), s'avère délicate en début de projet. Les paramètres à quantifier sont relatifs à des élements opérationnels et organisationnels dépendant du résultat du processus de développement à adapter. Par conséquent, il y a une incertitude sur l'évaluation des critères de caractérisation du projet.

Par exemple, dans V-Model (General Directive 250, 1997), il est nécessaire, entre autres, d'évaluer la taille du projet : petit, moyen ou grand, à partir de la charge de travail qu'il va entraîner. Cette évaluation conduit à sélectionner un modèle de projet correspondant adapté. Les tailles respectives de ces modèles de projets (pour le sous-modèle « développement de système » et la classe de projet adminstratif) sont de 26 activités, 29 activités et 36 activités. Si, à partir de la valeur de ce paramètre de caractérisation, il est facile de distinguer petit projet de moyen projet (cf. tableau 3.10), il est plus délicat de différencier moyen et grand

projet. De plus, l'effet d'un choix inadapté entre petit et moyen projet n'a qu'un impact faible sur le modèle de projet sélectionné (3 activités). Par contre, alors qu'il est plus difficile de distinguer moyen et grand projet, l'effet d'un choix inadapté entre ces deux classes de projet a un impact important sur le modèle de projet sélectionné (7 activités).

Le processus de contingence n'est donc pas robuste par rapport à certains paramètres de caractérisation, comme dans cet exemple. La valeur du paramètre de caractérisation incriminé ici doit être évaluée dès le début de projet. Or, elle dépend de caractéristiques organisationnelles du projet, qui ne vont être définies complètement qu'au cours du projet. L'amélioration de la robustesse du processus de contingence pourrait passer par le recours à des concepts de caractérisation d'un niveau d'abstraction plus élévé, comme celui de problème, qui est pertinent tout au long du processus de développement. Il s'agirait dans ce cadre de caractériser une situation donnée de développement de système d'information du point de vue des problèmes à résoudre, sources des risques si perturbants pour la caractérisation du projet. L'exploitation de cette voie nécessite d'avoir recours à un outil performant de formulation de problème. Or, la TRIZ pour les problèmes d'ingénierie et OTSM-TRIZ son extension à tout type de problème, sont basées sur le principe de la caractérisation d'une situation par des problèmes. Cependant, il ne suffit pas de formuler les problèmes particuliers à résoudre à l'aide d'OTSM-TRIZ, il faut être capable d'en tirer un projet opérationnel, c'est-à-dire d'adapter comme tout processus contingent les niveaux projet et méthode.

C'est pourquoi, nous présenterons dans un premier temps les bases d'OTSM-TRIZ : le principe de formulation de problèmes, puis de leur résolution. Ensuite nous adapterons le principe de formulation de problème à la caractérisation d'un projet système d'information par les problèmes à résoudre. Puis nous proposerons une démarche d'exploitation de ces problèmes nécessaire à la construction d'un projet opérationnel. Enfin, nous positionnerons notre travail par rapport à l'état de l'art développé au chapitre 3 sur les processus de contingence en développement de SI.

4.2 Principes généraux d'OTSM-TRIZ

4.2.1 Trois niveaux de connaissance

La TRIZ (Altshuller, 1988) acronyme russe de théorie de résolution des problèmes inventifs a fait ses preuves dans le domaine des problèmes techniques en particulier de la conception de produit. Son extension à tout type de problème appelé OTSM-TRIZ (Khomenko *et al.*, 2002) peut être vue, en fait, comme une méthode générale d'aide à la résolution de problèmes. Elle

vise notamment à identifier les contradictions sous-jacentes à tout problème et à reformuler le problème pour contourner ces contradictions et ainsi résoudre le problème.

Les éléments de cette méthode comprennent trois niveaux :

- Des notions essentielles constituant un fil rouge dans la réflexion
- Des guides méthodologiques permettant d'organiser l'activité de formulation et de résolution de problèmes
- Des outils à mettre en œuvre aux différents stades de la formulation et de la résolution de problèmes.

C'est la notion essentielle de contradiction, et les outils relatifs à la formulation de problèmes associés, que nous allons mettre en œuvre pour caractériser un projet de développement de système d'information sous forme de problèmes.

En fait OTSM-TRIZ s'attache aux problèmes difficiles, qui sont définis comme des situations pouvant être formulées par des contradictions. Il est fait l'hypothèse qu'en l'intensifiant, tout problème devient difficile et peut donc être formulé sous forme de contradictions. Les contradictions, qui sont de plusieurs types, constituent le cœur du problème à résoudre. Elles sont ensuite, le point de départ vers des méthodes de résolution, dont la mise en œuvre constitue une application d'autres notions essentielles.

Après avoir développé les contradictions relatives au système d'information et exposé la démarche nécessaire à leur utilisation pour construire une caractérisation « classique » de la situation de développement de SI, nous montrerons, en perspectives de ce travail, que d'autres notions essentielles d'OTSM-TRIZ nous amènent à envisager une nouvelle technique de contingence. Ceci passera par un repositionnement des méthodes d'aide à l'ingénierie des systèmes d'information par rapport aux notions essentielles d'OTSM-TRIZ qu'elles contribuent à mettre en œuvre.

Dans ce paragraphe nous présentons les notions essentielles et les guides méthodologiques. La souplesse de cette méthode réside dans le fait que les notions essentielles qui lui servent de base forment un certain nombre d'éléments « rigides », mais qui mis bout à bout fournissent un processus flexible de formulation et de résolution de problèmes. Les outils, quant à eux, sont présentés au fur et à mesure de leur application à la caractérisation d'un projet de développement de SI sous forme de problèmes.

4.2.2 Les notions essentielles

4.2.2.1 Les différents niveaux de contradictions

La première notion essentielle est celle de contradiction. Pour être résolu tout problème doit être reformulé de manière à apparaître sous forme d'une contradiction. Au sens d'OTSM-

TRIZ une contradiction peut être assimilée à un dilemme ou un paradoxe c'est-à-dire à une situation qui requière un choix entre deux options. Ces deux options sont ou semblent également défavorables ou inacceptables par rapport à l'objectif fixé.

Dans OTSM-TRIZ, différents types de contradictions existent selon le point de vue considéré :

- *Contradiction d'évolution (du système) (cf. figure 4.1)* : ce type de contradiction désigne la contradiction générale d'une famille particulière de système.

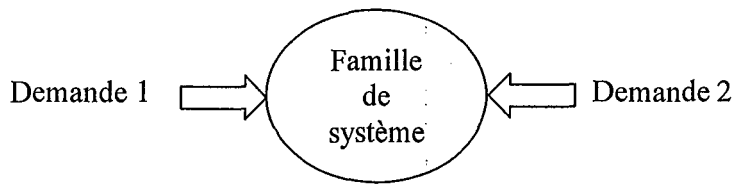


Figure 4.1 : Contradiction d'évolution

- *Contradiction organisationnelle (cf.figure 4.2)* : ce type de contradiction existe en début de résolution lorsque les objectifs de la personne qui résout le problème (« Problem solver ») sont en contradiction les uns avec les autres. C'est souvent la première vision du problème tel qu'il est formulé initialement. Ce type de contradiction est trop complexe pour indiquer la direction dans laquelle la solution doit être recherchée. Elle doit être retravaillée pour diminuer son degré de complexité.

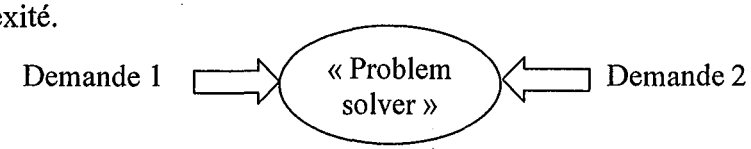


Figure 4.2 : Contradiction organisationnelle

- *Contradiction d'élément (cf. fgure 4.3)* : lorsque dans un système on améliore une caractéristique technique (ou un paramètre) d'un objet, une autre caractéristique (ou paramètre) s'en trouve détériorée. Ce type de contradiction concerne donc un même élément d'un système donné. C'est pourquoi elle est aussi appelée dans OTSM-TRIZ contradiction d'élément.

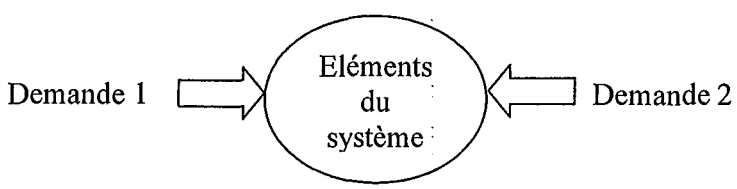


Figure 4.3 : Contradiction entre éléments du système

- *Contradiction de paramètre (cf. figure 4.4)* : elle oppose directement deux attentes contradictoires pour le même paramètre d'un système. Elle souligne l'opposition littérale en mettant en évidence le caractère impossible de la situation.

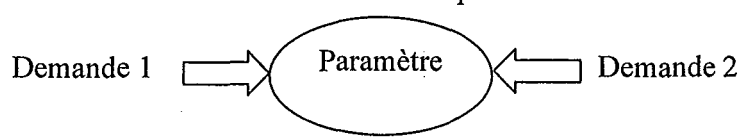


Figure 4.4 : Contradiction de paramètre

4.2.2.2 Le principe de convergence

La notion de contradiction est une notion centrale de OTSM-TRIZ. En fait, le problème apparaît comme une contradiction. Celle-ci existe entre d'une part les connaissances générales d'un domaine donné, et d'autre part nos désirs dans une situation particulière.

En d'autres termes, une solution au problème formulé doit prendre en compte simultanément les connaissances générales d'un domaine donné et les conditions spécifiques de la situation étudiée. Conditions spécifiques et connaissances générales vont donc contraindre la recherche de solutions qui devient une recherche de solutions sous-contraintes. Le processus de résolution de problème sera donc une dialectique entre connaissances générales et conditions spécifiques (cf. figure 4.5). La compréhension de la raison d'être des oppositions entre connaissances générales et conditions spécifiques permet de « converger » de manière efficace vers une solution si elle existe. En effet, il se peut que le problème n'admette pas de solution auquel cas la démarche converge vers l'absence de solution ou l'absence de solutions immédiates. L'évolution des connaissances générales ou des conditions spécifiques peut faire évoluer l'existence d'une solution. La mise en œuvre du principe de « convergence » implique d'identifier les connaisssances générales du domaine de travail et les conditions spécifiques d'un développement particulier.

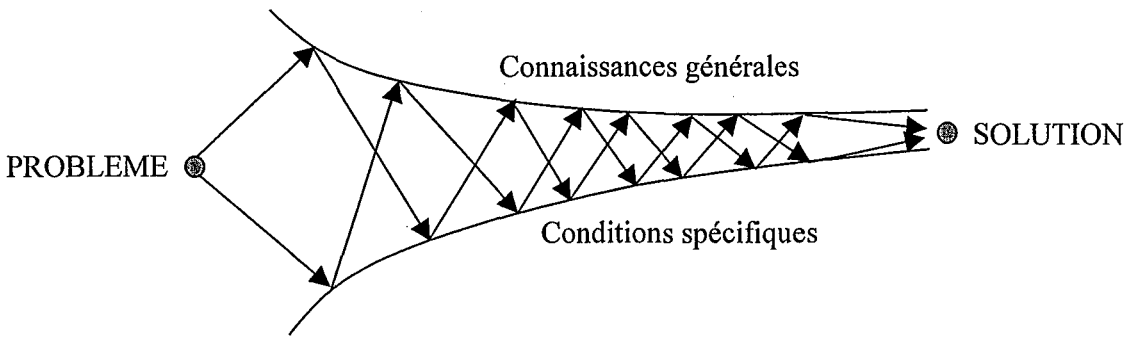


Figure 4.5 : Principe de convergence

4.2.2.3 Le résultat idéal final (R.I.F)

La notion de ***résultat idéal final (R.I.F)*** joue un rôle important dans OTSM-TRIZ. En fait, toute situation peut être définie en termes d'idéal. En suivant les recommandations d'aide à la définition de l'idéal, un pas supplémentaire vers la formalisation de la direction de résolution est franchi. La formulation du résultat idéal final permet de faire abstraction de l'ensemble des contraintes de réalisation, et constitue une aide au dépassement de l'inertie psychologique de la personne qui résoud le problème pour comprendre et identifier les contradictions.

4.2.2.4 Le principe d'intensification

Le principe ***d'intensification*** est un principe mis en œuvre dans OTSM-TRIZ pour mieux comprendre un problème. Dans ce cadre, il s'agit d'imaginer l'effet néfaste du problème de

manière amplifiée voire poussée à l'absurde. Ainsi, l'essentiel du problème se dessine avec plus de précision et les contradictions contenues au fond du problème émergent. Un procédé analogue, appelé hyperbole, est très souvent utilisé par les hommes de lettres pour explorer telle ou telle idée. Il s'agit d'un principe de travail en littérature.

L'utilisation de cette règle s'avère efficace, néanmoins, elle est relativement peu employée. C'est probablement l'influence de nos habitudes qui nous pousse à simplifier la formulation du problème. En effet, la version intensifiée du problème en soulignant ce qui pose problème, nous fait apparaître le problème plus difficile voire impossible à résoudre au premier abord.

4.2.2.5 La notion de ressources

La dernière notion essentielle est celle de ***ressources***. Lors de la résolution d'un problème, il s'agit de privilégier des solutions faisant appel aux ressources directement disponibles dans l'environnement. Ces ressources doivent dans la mesure du possible être gratuites ou peu chères.

4.2.3 Les guides méthodologiques

4.2.3.1 Les étapes de résolution de problème

L'approche de résolution de problèmes proposée dans OTSM-TRIZ comporte trois étapes principales (cf. figure 4.6). La première, appelée *reformulation*, permet de passer de la situation initiale où un nombre important de problèmes sont à résoudre, au modèle de problème à résoudre sous forme de contraditions. Cette reformulation est déjà un premier pas vers la résolution puisqu'elle met en avant les points durs à traiter ainsi que les oppositions entre connaissances générales et conditions spécifiques. La deuxième, appelée *résolution*, permet de passer du modèle de problème au modèle de solution. La dernière étape : *l'interprétation,* consiste à interpréter le modèle de solution de manière à obtenir une solution. Ainsi, il n'y a pas passage direct entre situation initiale et solution mais mise en œuvre d'un cycle d'abstraction.

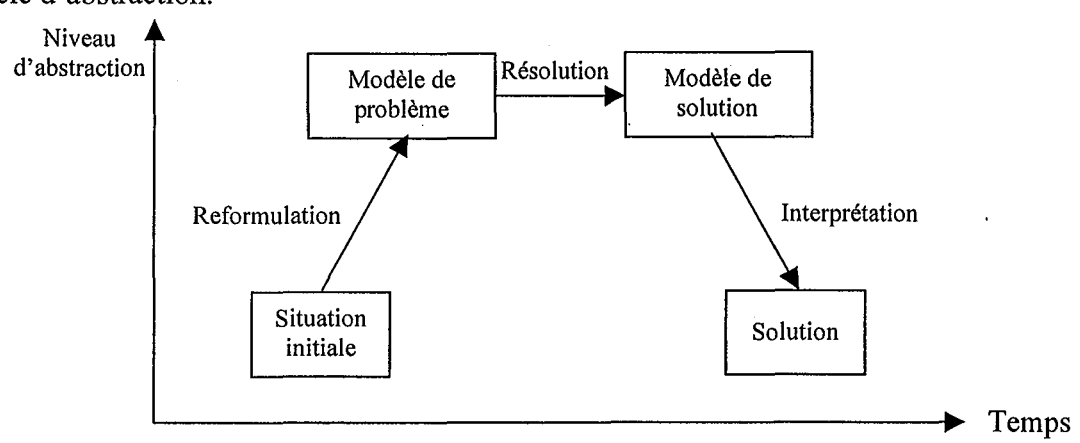


Figure 4.6 : Etapes du processus de résolution de problème selon OTSM-TRIZ

Ce processus de résolution est supporté par quatre techniques de base :

1. La technique dite « Solutions type ». Les outils de cette technique sont destinés à traiter des problèmes type (classification de problèmes selon la TRIZ). Par extension, on peut associer à cette technique dans OTSM-TRIZ, l'ensemble des outils destinés à traiter des problèmes types (au sens de OTSM-TRIZ) dans un domaine donné.

2. La technique dite des « Contradictions ». C'est un outil qui est destiné à une classe de problèmes complexes, pouvant être exprimés sous forme d'une seule contradiction.

3. La technique dite des « Flux de problèmes ». Cette technologie vise la résolution d'une classe de problèmes plus complexes constitués de plusieurs conflits et exigences contradictoires (réseau de contradictions).

4. La technique dite « des Nouveaux problèmes » intègre les trois technologies précédentes et les complète par des mécanismes de formulation et d'explicitation des problèmes.

4.2.3.2 La vision « multi-écrans »

Le processus de résolution de problème selon OTSM-TRIZ passe par l'observation du système étudié. Cette observation pour être pertinente ne doit pas être tronquée alors que cela est souvent le cas en raison de la situation ou de l'histoire du système, par exemple. La vision « multi-écrans » permet d'y pallier car elle préconise, à chaque instant du processus de résolution du problème, de replacer le système étudié à la fois sur une échelle temporelle (passé, présent, futur) et sur une échelle de niveau systémique (sous-système, système et super-système). L'ensemble est représenté graphiquement par un ensemble « d'écrans » où peuvent être placés les éléments relatifs à chaque niveau (cf. figure 4.7). Cela permet de donner une vision synthétique du système étudié.

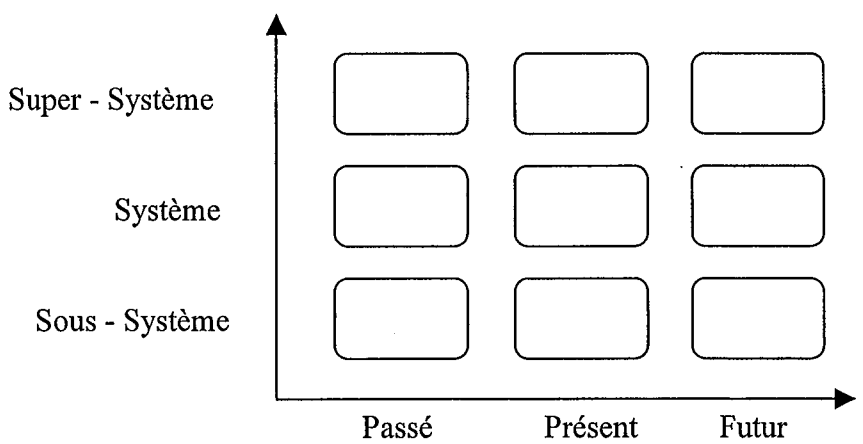


Figure 4.7 : Vision « multi-écrans »

4.2.3.3 Intégration de solutions partielles

Le processus d'interprétation est, quant à lui, supporté par le principe d'intégration des solutions partielles (cf. figure 4.8). Une solution partielle (SP), comme son nom l'indique, est une solution qui répond partiellement au problème. Le concept de solution complète résulte

de l'intégration progressive des concepts relatifs aux solutions partielles, qui ont elles-mêmes pu être intégrées en concepts de solutions préliminaires (CP).

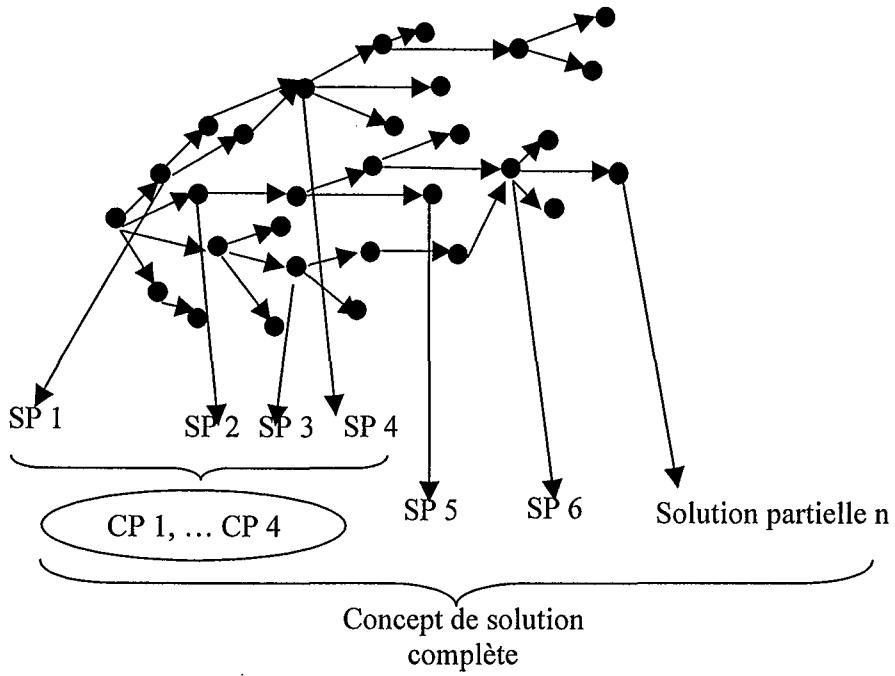


Figure 4.8 : Principe d'intégration des solutions partielles

4.2.4 Exploitation des principes d'OTSM-TRIZ dans le cadre des processus contingents

Dans le cadre de ce travail, nous proposons d'utiliser OTSM-TRIZ pour formuler les problèmes à résoudre pendant le processus de développement de SI. Le cœur de la problématique est donc le système d'information et sa construction. Le point de vue choisi est celui du système d'information puisque l'objectif du processus de développement est d'aboutir à la mise en place d'un SI. Or, comme nous venons de le voir dans le paragraphe 4.2.2.1 le type de contradiction pertinent par rapport à ce point de vue est la contradiction d'évolution (ou de système) : CE.

Ce type de contradiction désigne le ou les problèmes généraux, communs à une classe ou famille de systèmes (Goepp *et al.*, 2003d). En d'autres termes, l'hypothèse émise ici est que tout domaine d'activité repose sur un certain nombre de problèmes-clés (PC). La résolution de ces problèmes constitue l'objectif de chaque domaine donné. Ainsi, chaque développeur essaie de résoudre ces contradictions à sa manière. Cependant, ces problèmes sont rarement formulés et encore plus rarement décomposés en systèmes de contradictions ou au moins en contradictions isolées. Cela signifie que les développeurs n'ont généralement même pas conscience qu'ils doivent surmonter ces contradictions. C'est pourtant la résolution de ces contradictions qui fait évoluer le type de système étudié. D'où le nom de cette classe de

contradictions. Ce sont elles et leur résolution qui conduisent l'évolution de la famille de systèmes. Ainsi, dès qu'une des contradictions d'évolution est éliminée par le ou les développeurs du système, une nouvelle génération de système prend place. A cette nouvelle génération va correspondre un nouvel ensemble de contradictions d'évolution. L'ensemble peut être représenté de la manière suivante (cf. figure 4.9).

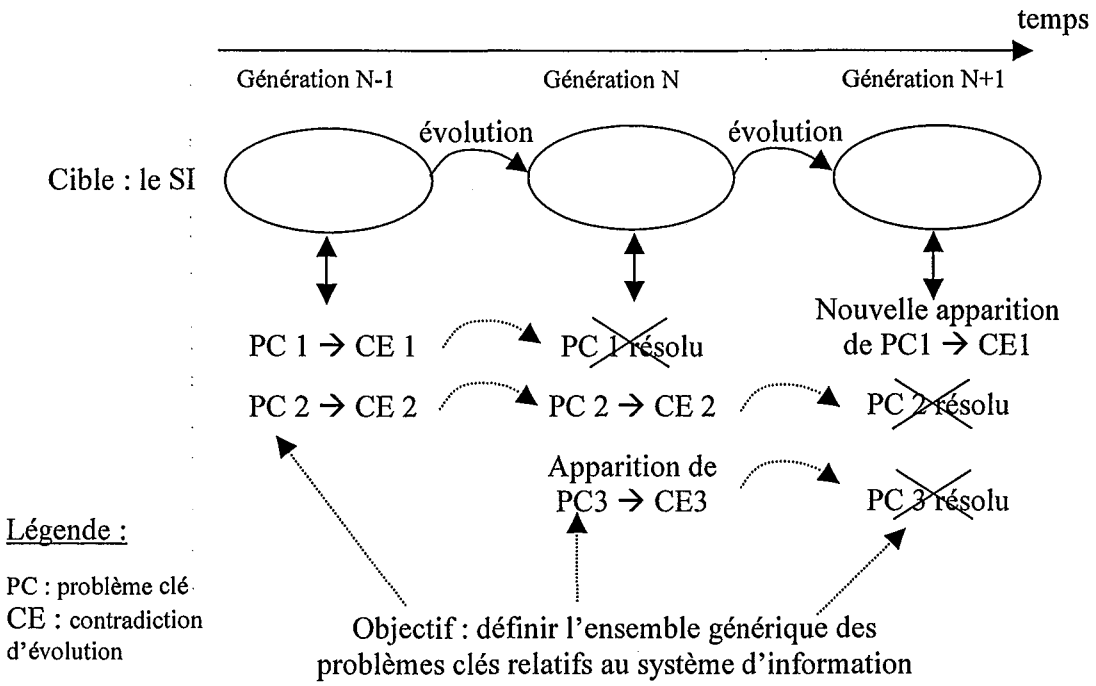


Figure 4.9 : Contradiction d'évolution et SI (Goepp et al., 2003d)

Dans le cadre de notre travail, nous proposons de prendre comme fil conducteur des processus de contingence les problèmes à résoudre car ils constituent la source principale des risques potentiels qui peuvent apparaître au cours du développement. Par conséquent, nous proposons de formuler l'ensemble générique des contradictions d'évolution des systèmes d'information puisqu'ils constituent les problèmes-clés à résoudre pendant le développement de tout système d'information actuel.

Dans OTSM-TRIZ, la définition des contradictions d'évolution est très précise. Nous allons étudier en détail le principe de leur formulation.

4.3 Formulation des contradictions d'évolution des SI

4.3.1 Démarche de formulation

OTSM-TRIZ propose la démarche suivante pour formuler les contradictions d'évolution d'une classe de système :

- Description de la classe de systèmes ;

- Identification des fonctions à remplir par cette classe de systèmes ;
- Identification des paramètres de performance de chaque fonction ;
- Identification des paramètres en contradiction pour une même fonction.

Ainsi, cette démarche de formulation nécessite dans un premier temps de comprendre ce qu'est le système d'information. Dans un deuxième temps, ce sont les fonctions d'un système d'information en général auxquelles nous devons nous attacher avant de passer aux paramètres de performance. Ce n'est qu'après avoir répondu à ces différents points que la formulation des contradictions d'évolution est possible.

4.3.2 Description de la classe de système

La famille de systèmes étudiée est la famille des systèmes d'information. S'attacher à cette famille de systèmes implique tout d'abord de clarifier ce concept. Cependant, à ce concept, ne correspond pas de définition simple et unique. L'ensemble des définitions que nous présentons ne se prétend pas exhaustif mais se veut représentatif de la diversité des approches. Ainsi, elles ont été classées en différentes catégories selon l'aspect mis en avant.

4.3.2.1 Vision multi-système récursif

Mason and Mitrof dans (Mason *et al.*, 1973) caractérisent un système d'information comme étant " a collection of MULTILEVEL and RECURSIVELY related subsystems where at least one PERSON of a certain PSYCHOLOGICAL TYPE within some ORGANIZATIONAL CONTEXT faces a problem of a given class for which EVIDENCE, RATIONALITY and LOGIC are needed to arrive at a solution (that is, to select some course of action) and that the EVIDENCE is made available to him through some MODE OF PRESENTATION. "

Que nous traduisons par : « une collection de sous-systèmes multi-niveaux, reliés de manière récursive, où au moins une personne d'un certain type psychologique dans un contexte organisationnel fait face à un problème d'une classe donnée pour lequel évidence, rationalité et logique sont nécessaires pour aboutir à une solution (c'est-à-dire de choisir un certain mode d'action) et l'évidence est rendue disponible par un mode de présentation. »

Dans cette définition « théorique », le système d'information est vu comme une collection de sous-systèmes de plusieurs niveaux où il est nécessaire de gérer la présentation de l'information en fonction de l'utilisateur confronté à un problème.

4.3.2.2 Vision système complexe structuré, communication/ intercompréhension :

Jacques Mélèse dans (Mélèse, 1979) propose une approche qui considère l'organisation comme un système socio-technique complexe et examine sa capacité à se comporter comme un système informationnel adapté à l'organisation interne et aux relations organisation-

environnement. Dans le cadre de ces travaux le concept de système d'information désigne alors « l'ensemble interactif de toutes les situations informationnelles, autrement dit, le jeu complexe de tous les échanges d'information signifiante. »

Il en de même pour les définitions suivantes :

« un système social de significations partagées » (Hirschheim *et al.*, 1995)

« le système d'information est un langage de communication de l'organisation construit pour représenter de manière fiable et objective, rapidement et économiquement, certains aspects de son activité passée ou à venir. Les phrases et les mots de ce langage sont les données dont le sens vient des règles élaborées, par des hommes ou des machines. Les mécanismes de représentation propres à ce type de langage prennent leur efficacité dans les répétitivités des actes des organisations. » (Peaucelle, 1981)

Dans ces trois définitions il est affirmé qu'il n'y a pas systèmes d'information sans communication entre les individus de l'organisation. Selon ces définitions on peut même utiliser alternativement les notions de système social, système de communication et système d'information.

4.3.2.3 Vision ressources, traitement de l'information

Une autre vision portée sur le système d'information consiste à mettre l'accent sur l'aspect « structure physique » du système d'information. Ici, une intercompréhension entre acteurs de l'organisation n'est pas nécessaire.

Ainsi, le projet européen Eurométhode dans (Commission Centrale des Marchés, 1996b) définit le système d'information comme « l'aspect de l'organisation qui fournit, utilise et distribue l'information en association avec des ressources organisationnelles, humaines ou encore techniques. Toute organisation, dans le domaine public ou privé, dispose de systèmes d'information pour les aider à gérer leurs activités. Un système d'information peut être basé sur le papier, ou partiellement ou même totalement automatsisés c'est-à-dire informatisés. »

Le groupe GALASCI (GALASCI, 1984) donne une définition similaire à la précédente, à savoir : « ensemble de moyens, humains et matériels, et des méthodes se rapportant au traitement des différentes formes d'information rencontrées dans les organisations. »

La définition donnée par Reix (Reix, 2000) est, elle aussi, très proche : « un système d'information est un ensemble organisé de ressources : matériel, logiciel, personnel, données, procédures, permettant d'acquérir, traiter, stocker, communiquer des informations (sous forme de données, textes, images, sons, etc.) dans des organisations. »

C. Rolland (Rolland et al., 1988), quant à elle, fait aussi référence à l'aspect ressource mais détaille la notion de système d'information en le considérant comme un ensemble formé :

« - de collections de données, représentations partielles, en partie arbitraires mais nécessairement opératoires, d'aspects pertinents de la réalité de l'organisation sur lesquels on souhaite être renseigné. Ces collections inter-reliées, aussi cohérentes que possible, sont mémorisées et communiquées dans le lieu, le moment et la présentation appropriées aux acteurs qui en ont l'usage,

- de collections de règles qui fixent le fonctionnement informationnel. Ces règles traduisent ou sont calquées sur le fonctionnement organisationnel. Partie intégrante du système d'information, ces règles doivent être connues des acteurs qui utilisent le système d'information. Elles leur sont nécessaires pour l'interprétation et la manipulation des collections de données,

- d'un ensemble de procédés pour l'acquisition, la mémorisation, la transformation, la recherche, la communication et la restitution des renseignements,

- d'un ensemble de ressources humaines et de moyens techniques intégrés dans un système, coopérant et contribuant à son fonctionnement et à la poursuite des objectifs qui lui sont assignés. »

Dans cette définition il est non seulement fait référence à l'aspect ressources évoqué précédemment mais aussi à des aspects « expertise » et « structuration ». De plus, il est également fait allusion à la notion de présentation. Cependant, ici, contrairement à la première catégorie de définitions, l'information n'est pas destinée à des « acteurs confrontés à un problème » mais à ceux « qui en ont l'usage ». De plus, l'auteur émet un certain de nombre de restrictions, dans le sens où les collections de données sont des représentations PARTIELLES, en partie ARBITRAIRES.

4.3.2.4 Vision « finalité »

Il s'agit là de la dernière « catégorie » de définitions. Elle est assez proche de la précédente dans le sens où il est fait référence à la structure « physique » du système d'information. De plus, ici sont précisés les finalités du système.

Selon (Davis M.H. *et al.*, 1985) un système d'information est « un système utilisateur-machine intégré qui produit de l'information pour assister les êtres humains dans les fonctions d'exécution, de gestion et de prise de décision. Le système utilise des équipements informatiques, des logiciels, des bases de données, des procédures manuelles et des modèles pour l'analyse, la planification, le contrôle et la prise de décision »

Alter dans (Alter, 1999) donne une définition similaire, dans laquelle le système d'information est assimilé à un système de travail. En effet, il écrit « un système d'information est un système de travail dont les fonctions internes sont limitées à traiter l'information en exécutant six types d'opérations : saisir, transmettre, stocker, retrouver, manipuler, afficher l'information. Un système d'information produit de l'information, assiste ou automatise le travail exécuté par d'autres systèmes de travail. Un système de travail est un système où les participants (humains et/ou machines) exécutent un processus d'affaires, en utilisant de l'information, une technologie et d'autres ressources pour produire des produits et/ou des services destinés à des clients internes ou externes. »

4.3.2.5 Le SI : un concept riche

Cette profusion de définitions montre la richesse du concept de système d'information. Ce dernier renvoie à une ressource qui manipule et traite l'information mais inclut aussi une dimension politique à travers laquelle des individus et des groupes négocient, distribuent et partagent en permanence des ressources. De manière synthétique, nous pouvons dire que deux visions du concept de système d'information cohabitent. La première dite « instrumentale » où l'objectif pour le système d'information est la collecte, la transmission, le traitement et la diffusion de l'information. La deuxième dite « interprétative et interactionniste » qui se focalise sur la génération et l'interprétation de l'information, la construction de sens et le partage des représentations des individus.

Comme cela est souligné dans (Reix et al., 2002) un système d'information correspond à un phénomène partiellement déterminé et émergent. Il renvoie simultanément à :

- Un ensemble de représentations conçues et interprétées
- Un dispositif organisationnel lié à des processus d'action individuelle et collective
- Une construction technologique à base d'outils et donc un objet partiellement déterminé à un moment donné.

Le système d'information est, par conséquent, caractérisable selon des dimensions conceptuelles, pragmatiques et techniques où interfèrent des problématiques de contenu (interaction du système d'information avec les processus) et des problématiques de contenant (la « plomberie », le fonctionnement des appareillages technologiques).

L'approche fonctionnelle, préconisée dans la deuxième étape de formulation des contradictions d'évolution, va permettre de clarifier le concept de système d'information. En effet, dans ce cadre, il ne suffit plus de décrire mais il s'agit de comprendre les raisons d'être des différentes visions précédentes. En effet, selon OTSM-TRIZ, c'est à travers les fonctions et les paramètres de performance associés que naissent les contradictions d'évolution.

4.3.3 Définition des fonctions d'un système d'information

4.3.3.1 Des fonctions classiques à l'utilisation de la sémiotique

De manière classique les fonctions relatives au système d'information, qu'il soit supporté ou non par l'informatique et les télécommunications, sont au nombre de quatre (Lemoigne, 1990 ; Marciniak et al., 1997) :

- La collecte
- La conservation ou stockage
- La transformation ou computation
- La diffusion des informations.

Au-delà de la définition de ces fonctions « classiques », l'application d'OTSM-TRIZ implique une analyse plus fine de manière à lier la description du système d'information, ses fonctions et les paramètres de performance associés. L'ensemble de ces fonctions est relative à la manipulation de l'information qui constitue donc un concept central.

Le concept d'information est étroitement lié à celui de signe. Pour procéder à une analyse complète, nous proposons de nous appuyer sur la sémiotique, qui est la théorie des signes. En effet, tout système d'information, qu'il soit supporté ou non par des technologies de l'information, nécessite des signes. La sémiotique s'attache aux propriétés des choses dans leurs capacités en tant que signes (Morris, 1946). Ces propriétés restent fondamentalement inchangées et leur analyse est essentielle pour mieux comprendre les systèmes d'information.

4.3.3.2 Cadres d'analyse sémiotique « classique » et « étendu »

La sémiotique ou théorie des signes s'attache à la notion des signes. Le terme « signe » désigne généralement les caractères numériques et alphabétiques, les mots, les phrases, ainsi que toute action, qui, par habitude ou convention, donne lieu à une interprétation reconnaissable (Stamper, 1973). En fait, tout signe comprend un « signifiant » (le matériel constitutif du signe) et un « signifié » (objet, action événement ou concept que représente le signe). Les relations entre signifiant et signifié ne sont pas toujours fixées et peuvent, par exemple, dépendre du contexte ou encore de la culture.

Traditionnellement, la sémiotique est divisée en trois branches (Nauta, 1972) à savoir : la syntaxique, la sémantique et la pragmatique qui traitent respectivement de la structure, du sens et de l'usage des signes.

La triade syntaxique, sémantique et pragmatique peut être définie plus précisément de la manière suivante (Loeckmann, 1989) :

- La syntaxique concerne la formation des signes, leur combinaison sans prendre en compte leur signification. Le système syntaxique comporte un ensemble de règles complètes et

cohérentes qui régissent les manipulations et les assemblages des signes simples pour obtenir des signes complexes possédant une structure donnée.

- La sémantique concerne la signification des signes c'est-à-dire la correspondance entre les signes et les événements du monde. Les liens sont établis d'une certaine manière de sorte que la lecture des signes permette de se référer aux mêmes faits. Les données réunissent les éléments syntaxiques et sémantiques pour désigner des événement réels.
- La pragmatique est liée aux actions et aux processus de décision. Elle désigne l'origine et effets des signes au sein du comportement dans lequel il apparaît. En présence des mêmes données, différents récepteurs peuvent les interpréter différemment et mener des actions différentes. Les données ne deviennent informations que lorsque le niveau pragmatique y est intégré.

Stamper dans (Stamper *et al.*, 2000), quant à lui, propose pour le domaine de l'ingénierie des systèmes d'information, un cadre d'analyse sémiotique « étendu » qui ajoute trois branches additionnelles à la triade syntaxique, sémantique et pragmatique. Ces branches sont les suivantes :

- Physique : étude des aspects physiques des signes au niveau des signaux. Ainsi, les propriétés physiques d'un signe peuvent être sa taille, son contraste, son intensité, ... L'étude et la connaissance de ces propriétés physiques permettent la conception de systèmes physiques de stockage, la transmission et la représentation (RAM, disque dur, moniteur d'ordinateur, ...)
- Empirique : cette branche s'attache aux propriétés statistiques des signes. Les questions à ce niveau sont relatives aux effets du codage, à la transmission optimale des signaux. D'un point de vue empirique, l'information peut être assimilée à un ensenble de signaux devant être transporté d'un endroit à un autre (peu importe leur signification). La notion de plan de diffusion est ici mise en avant.
- Effet social : cette branche étudie les effets de l'utilisation des signes dans les relations humaines. Aucun signe ne peut être compris complètement sans prise en compte de ses conséquences sociales potentielles. L'effet social consiste donc en un ensemble de normes de toutes sortes telles que les modèles partagés de la réalité, les manières d'agir, ... Dans ce cadre, c'est l'effet de perlocution (les conséquences) des signes qui est étudié et non l'effet d'illocution (les actions résultantes) comme au niveau pragmatique (Barron Terence *et al.*, 1999). Par exemple, toute tâche visée (i.e action d'illocution) réalisée par le système d'information devrait avoir des conséquences sociales liées à la réalisation des

tâches et des actions par l'utilisateur (i.e. action de perlocution). Ces actions (de perlocution) vont ensuite avoir un impact sur le contexte.

Le cadre d'analyse sémiotique « étendu » est représenté dans la figure 4.10. D'un point de vue ingénierie des systèmes d'information, Stamper groupe les différentes branches d'analyses en deux groupes. Le premier est relatif à la plateforme des technologies de l'information c'est-à-dire à l'infrastructure, alors que le deuxième s'attache aux fonctions informationnelles humaines. Dans le cadre de notre travail, nous prenons en compte les trois branches de la sémiotique classique ainsi que celle relative à l'effet social (Goepp *et al.*, 2003b). En effet, les deux autres branches (physique et empirique) étudient les problèmes liés à l'implantation physique des systèmes d'informations. Cette catégorie de problèmes est donc dépendante des technologies du moment, alors que nous cherchons des problèmes génériques liés aux SI. Cependant, nous considérons que l'aspect syntaxique va au-delà des problématiques de plateforme de technologie de l'information.

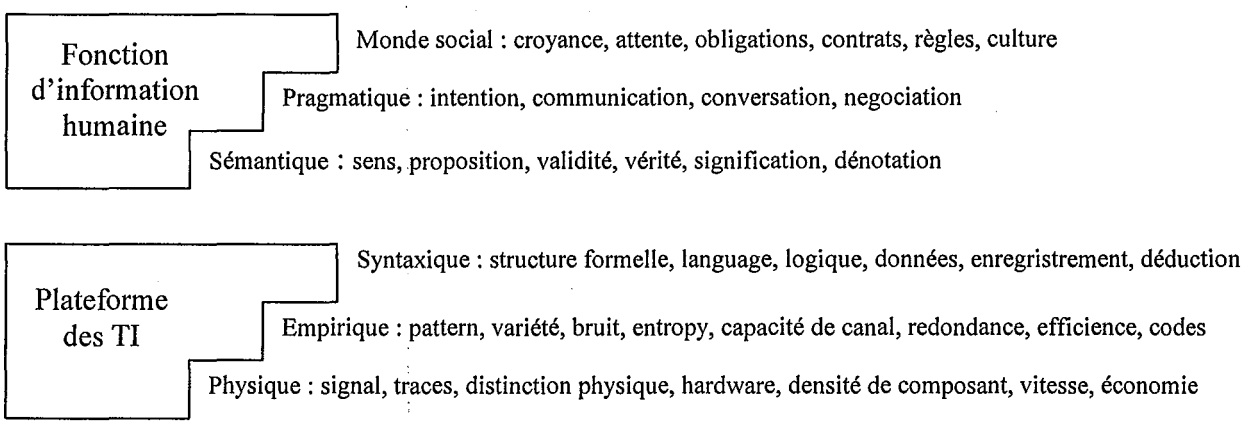


Figure 4.10 : Cadre d'analyse sémiotique étendu traduit de (Liu, 2000)

4.3.3.3 Des propriétés des signes aux fonctions du système d'information

A partir de ce cadre d'analyse sémiotique, nous pouvons déduire trois propriétés pour l'information (Goepp et al., 2003b) :

- une structure, définie par ses propriétés syntaxiques et sémantiques formelles ;
- une forme, définie par ses propriétés sémantiques et pragmatiques ;
- un effet, défini par ses propriétés d'effet social.

Le développement des systèmes d'information, pour être efficace, ne doit négliger aucune de ces trois propriétés qui sont au cœur même de la notion d'information.

S'intéresser aux propriétés syntaxiques et sémantiques formelles des informations du système d'information consiste à définir quelles données **mémoriser**, pour représenter quel sens.

S'intéresser aux propriétés sémantiques et pragmatiques ainsi qu'à l'effet social des informations du système d'information consiste à **adapter** leur forme et leur degré de finesse au public cible en vue de **cadrer** les actions des individus pour participer au contrôle du comportement de l'organisation.

La correspondance entre le *cadre d'analyse sémiotique pour l'ingénierie des SI et les fonctions du système d'information* que nous allons retenir pour l'identification des contradictions d'évolution est donné dans le tableau 4.1.

Cadre d'analyse sémiotique	Syntaxique, sémantique formelle	Sémantique, pragmatique	Effet social
Fonctions du SI	Mémoriser	Adapter (computation)	Cadrer (émergence de représentation)

Tableau 4.1 : Correspondance entre les différentes branches de la sémiotique et les fonctions du système d'information (Goepp et al., 2003d)

Par rapport aux fonctions classiques d'un système d'information, nous mettons en évidence les fonctions de mémorisation et de cadrage qui mettent l'accent sur la raison d'être du système d'information. Les fonctions de collecte, diffusion et stockage de l'information sont relatives à la définition de solutions techniques. C'est dans ces fonctions techniques que sont définies les caractéristiques empiriques et physiques des informations.

L'utilisation conjointe d'OTSM-TRIZ et de la sémiotique pour l'ingénierie des SI permet de définir les fonctions d'un système d'information mais aussi de mettre l'accent sur la complémentarité des visions du concept de système d'information présentées précédemment. En effet, le cadrage (lié à l'émergence de représentations partagées) ne peut se faire sans mémorisation et adaptation des informations (c'est-à-dire sans traitement des données).

4.3.4 Paramètres de performance des fonctions d'un système d'information

La démarche OTSM-TRIZ préconise de définir les paramètres de performance de chacune des fonctions du système d'information. Pour ce faire, nous remontons à la notion de performance. Cela nous conduit, dans un premier temps, à définir plus finement les objectifs du système d'information, indispensables à la définition des paramètres de performance. Dans un deuxième temps, nous comparerons les paramètres de performance ainsi définis avec les mesures de succès de système d'information généralement préconisées dans la littérature.

4.3.4.1 Définitions de la notion de performance :

Philippe Lorino (Lorino, 1998)définit la notion de performance dans l'entreprise de deux manières différentes :

« Est performance dans l'entreprise tout ce qui, et seulement ce qui, contribue à améliorer le couple valeur-coût (a contrario, n'est par forcément performance ce qui contribue à diminuer le coût ou à augmenter la valeur, isolément). »

« Est performance dans l'entreprise tout ce qui, et seulement ce qui, contribue à atteindre les objectifs stratégiques. »

Compte tenu de la deuxième définition, la notion de performance est relative à la définition des objectifs. Ce qui est performance dans une situation donnée, caractérisée par des objectifs précis, peut ne pas l'être dans une autre situation, caractérisée par d'autres objectifs. Le contenu concret de la performance est donc relatif aux objectifs stratégiques. Il n'y a pas de « performances courantes » indépendantes de la stratégie.

En d'autres termes la performance, donc aussi les paramètres de performance, vont dépendre des objectifs du système d'information c'est-à-dire de son rôle au sein de l'organisation. Ainsi, les fonctions mémoriser, adapter et cadrer décrites précédemment doivent être mises en perspective par rapport au rôle du système d'information au sein de l'organisation.

L'identification des fonctions du SI s'est appuyée sur le concept d'information et ses différentes propriétés sémiotiques. Pour identifier les objectifs du SI, indispensables pour définir les paramètres de performance qui leurs sont associés, nous suivons la même logique et nous remontons tout d'abord au rôle même des informations. Celui-ci se situe à deux niveaux complémentaires dans l'organisation : au niveau individuel et au niveau collectif. Le niveau individuel concerne les aspects informationnels liés à l'action individuelle des acteurs. Le niveau collectif concerne les aspects informationnels liés au fonctionnement global de l'organisation.

4.3.4.2 Rôle de l'information au niveau individuel

Pour comprendre le rôle de l'information au niveau de l'action individuelle de chaque acteur au sein de l'entreprise nous pouvons partir de la définition d'information donnée par le petit Larousse. Celle-ci est la suivante : « Elément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué ». Ainsi, pour les acteurs de l'entreprise elle est un symbole qui véhicule une connaissance utile à l'accomplissement de leur travail (Hugues *et al.*, 2000). L'information est ce qui modifie notre vision du monde et réduit l'incertitude. Elle crée une « différence » ; c'est un renseignement au sens courant du terme. Son rôle est donc d'aider les acteurs de l'entreprise à prendre une décision puisqu'une décision est en fait la

transformation d'information en action. L'analyse du processus de décision par H. Simon dans (Simon, 1983) permet de mieux comprendre ce point de vue.

Ainsi, Simon distingue quatre phases :

- *Intelligence* cette phase correspond à l'identification du problème (de quoi s'agit-il ?). On notera que le mot « intelligence » correspond au sens « militaire » du terme, celui de recherche de renseignement.
- *Modélisation* cette phase correspond à la conception et à la formulation des voies de solutions possibles. Il y a définition des scénarios de réponse à travers des modèles d'action.
- *Choix* cette phase est celle du choix d'une action possible parmi les différentes voies explorées dans la phase précédente.
- *L'évaluation* cette phase correspond à l'évaluation de ce choix provisoirement reconnu ; il peut être validé ou remis en cause avant sa mise en œuvre (ou éventuellement après un début de mise en œuvre). La remise en cause entraîne un retour vers une ou plusieurs phases précédentes.

Dès la phase d'identification du problème, il s'agit de déclencher une phase de recherche d'informations car les informations utiles ne sont généralement pas présentes. Il s'agit pour les acteurs de choisir entre « décider de décider maintenant avec l'information disponible » et « décider de chercher de l'information complémentaire avant de décider » (Reix, 2000). Ce choix sera, entre autres, fortement dépendant du délai d'obtention de l'information supplémentaire puisque la prise de décision se déroule dans un intervalle de temps limité.

Les décisions prises en fin du processus de décision sont dépendantes de la nature des informations alimentant ce processus. Or, la source principale d'informations est constituée par des données, qui représentent des informations potentielles. En effet, les données sont des enregistrements des événements, qui se déroulent dans le monde réel et peuvent être perçus, représentés par des signes (Senn, 1982). Celles-ci ne deviennent des informations que par un processus d'interprétation qui leur attribue de la signification, du sens. Les informations sont en fait des stimuli aux actions, leur signification est attribuée de manière subjective par le récepteur selon le contexte et selon ses propres processus de décisions. Le passage donnée/information est liée à la connaissance maîtrisée par les acteurs (Han, 1996).

4.3.4.3 Rôle de l'information au niveau collectif

Une organisation est une unité de coordination, dotée de frontières repérables, fonctionnant de manière relativement continue en vue d'atteindre un objectif partagé par ses membres

participants. Elle va fonctionner sur la base de la division du travail entre les différents acteurs. Il s'agit malgré cette division d'assurer le respect et l'unicité de cet objectif. Cela implique la mise en place de mécanismes de coordination nécessitant des opérations de traitement et de communication d'information. En fait les décisions sont prises par de nombreux acteurs et ce dans une double logique : celle de niveau d'importance relatif à un découpage vertical (principe de hiérarchie) et celle de différenciation relatif à un découpage horizontal (principe de différenciation).

Le principe de hiérarchie peut être analysé sous deux points de vue : le premier structurel, le second fonctionnel. Le premier met en avant les caractéristiques d'une hiérarchie à savoir le nombre de niveaux et les champs de décision de chaque niveau. D'un point de fonctionnel il y a interdépendance des décisions pour la poursuite des objectifs et perte d'information lors du passage d'un niveau à un autre (Mintzberg, 2001).

Le partage des décisions s'opère également selon un découpage horizontal tenant compte des activités contrôlées. Celui-ci est fortement compliqué par l'interdépendance des activités. Le cas de séparabilité parfaite (indépendance des domaines d'activité) qui autoriserait une décentralisation des différentes décisions est très rare. C'est la séparabilité imparfaite qui a tendance à régner. La nature de l'interdépendance entre deux domaines n'est pas unique (cf. figure 4.11), elle peut être (Reix, 2000) :

- Indirecte : les activités n'échangent pas directement des informations ou des biens mais elles utilisent des ressources partagées.
- Séquentielle : le résultat d'une activité est utilisé en entrée d'une autre activité. Il y a donc échange direct de biens et d'informations.
- Réciproque : alternativement, en permanence, chaque domaine échange avec les autres des biens et des informations.

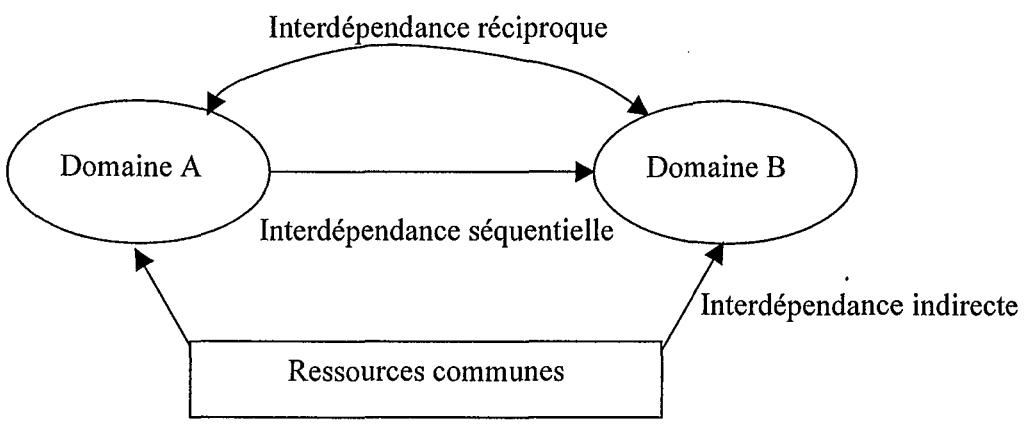


Figure 4.11 : Les modes d'interdépendances (Reix, 2000)

Cependant, considérer l'organisation comme un système fermé replié sur lui-même est restrictif, voire même faux. Les organisations sont des systèmes ouverts soumis à l'influence de l'environnement, auquel elle doit s'adapter. Cette adaptation n'est possible que par une capacité d'observation et d'interprétation des évènements extérieurs. L'information est donc une base indispensable à l'évolution et à l'ouverture de l'organisation. D'autre part, la pérennité de l'organisation peut en partie être assurée par l'apprentissage organisationnel qui se fonde sur la mémorisation d'informations (Nonaka *et al.*, 1997).

L'information joue un rôle central au sein de l'organisation tant au niveau individuel qu'au niveau collectif. Cette réalité, comme nous allons le voir, a un certain nombre d'impacts sur le rôle du système d'information.

4.3.4.4 Rôle du système d'information et paramètres de performance

Compte tenu de l'analyse du rôle de l'information au sein de l'entreprise, le rôle du système d'information au niveau individuel peut être formulé de la manière suivante : Il doit fournir la bonne information, sous la bonne forme, au bon moment, au bon acteur pour qu'il puisse prendre la bonne décision. Ainsi, le système doit fournir « n profils » d'information à partir d'un ensemble de données sources. Le profil d'information désigne l'ensemble des données et leurs représentations associées, destiné à un acteur unique.

Au niveau collectif, il s'agit d'une ressource partagée et à partager par cet ensemble de n acteurs. En effet, si ce n'est pas le cas le rôle de l'information au niveau collectif, tel qu'il a été défini précédemment, ne peut être rempli. Cela irait entre autres à l'encontre du partage des décisions au sein de l'organisation mais aussi du développement de l'apprentissage organisationnel. Cela implique de coordonner et de mettre en cohérence cet ensemble de profils d'information de manière à prendre un ensemble de décisions allant dans le sens de la réalisation des objectifs de l'organisation.

Ainsi, les différentes fonctions du système d'information doivent être mises en perspectives par rapport au double rôle du système d'information au sein de l'organisation. En d'autres termes, nous proposons deux classes de paramètres de performance.

La première classe de paramètres est relative au niveau individuel du système d'information. Ici, les objectifs mis en avant sont l'efficacité dans l'action et la prise de décision. Les paramètres de performances sont donc relatifs à la qualité des décisions prises et à l'efficacité dans l'action.

La deuxième classe de paramètres est relative au niveau collectif du système d'information. Ici, les objectifs mis en avant sont la coordination des actions individuelles, la construction de représentations partagées et à plus long terme la mise en place de l'apprentissage

organisationnel. Les critères de performance sont donc relatifs aux capacités de communication et de participation liées à l'émergence de représentations partagées, mais aussi plus largement à l'efficacité de la coordination et de l'apprentissage organisationnel.

4.3.4.5 Etat des lieux sur les paramètres de performance « classiques »

Dans le paragraphe précédent nous proposons deux classes de paramètres de performance. La première est relative à la performance du niveau individuel du système d'information. La seconde est relative à celle du niveau collectif. Les recherches bibliographiques, comme, par exemple, (Brovits *et al.*, 1979 ; Davis G.B. *et al.*, 1985 ; Scott, 1995 ; Yutah *et al.*, 1995) montrent que des mesures quantitatives et qualitatives variées de la performance du système d'information. Celles-ci peuvent être classées en sept catégories, à savoir :

- Efficience des fonctions du système (Qualité du système)
- Qualité de l'information
- Satisfaction des utilisateurs
- Usage du système
- Impact individuel
- Prise de décision des groupes de travail
- Impact financier et organisationnel sur les organisations

Le tableau 4.2 donne les mesures de ces différentes dimensions telles qu'elles sont détaillées dans (Deleone *et al.*, 1992):

Qualité du système	Qualité de l'information	Usage	Satisfaction utilisateur	Impact individuel	Impact sur le groupe de travail	Impact organisationnel
Fiabilité	Contenu	Usage des sous systèmes	Satisfaction globale	Bénéfice global d'utilisation	Amélioration de la participation	Economies financières
Temps de réponse	Disponibilité	Usage relatif		Amélioration de l'efficience des décisions	Amélioration de la communication	Amélioration du service au client
Facilité d'utilisation	Précision	Fréquence d'utilisation				

Tableau 4.2 : Différentes catégories de mesure de la performance d'un SI

Le tableau ci-dessus ne donne que des exemples de mesures. Tout d'abord, des mesures alternatives pour ces différentes catégories existent. Dans (Heo *et al.*, 2003) la qualité de l'information et l'impact sur les groupes de travail n'est pas pris en compte. D'autres mesures sont proposées (cf. tableau 4.3).

Qualité du système	Usage	Satisfaction utilisateur	Impact individuel	Impact organisationnel
efficience opérationnelle des fonctions du SI	fréquence d'utilisation	utilité perçue du système	compréhension du contexte de décision	impacts du SI sur la poursuite des objectifs
capacité de réponse du hardware et du software	usage volontaire	attitudes des utilisateurs et du management / système	productivité de la prise de décision	contribution du SI à la performance financière de l'organisation
temps improductif du SI			performance du travail accompli	

Qualité du système	Usage	Satisfaction utilisateur	Impact individuel	Impact organisationnel
contrôle interne				
disponibilité du système				
confidentialité				

Tableau 4.3 : Autres mesures de la performance d'un SI

D'autres instruments de mesure de succès des SI proposent des regroupements des sept catégories précédentes. Ainsi, il n'est pas rare d'évaluer la satisfaction utilisateur par l'intermédiaire de mesures de la qualité de l'information ou de celles de l'impact individuel. En effet, Doll et Torzadeh dans (Doll *et al.*, 1988) proposent cinq dimensions de la satisfaction utilisateur dont quatre (« contenu », « précision », « forme » et « disponibilité ») sont relatives à la qualité de l'information. Dans (Kim, 1990), l'évaluation de la satisfaction utilisateur passe par six dimensions dont quatre (« SI m'aide à mieux travailler », « SI me permet de faire mon travail plus facilement et de manière plus efficiente », « SI me permet de faire mon travail plus efficacement », « SI me permet de prendre de meilleures décisions ») sont relatives à l'impact individuel.

Ces regroupements ne sont pas étonnants et sont liés à l'interdépendance des différentes mesures. En effet, le modèle de DeLone et MacLeone présenté dans le tableau 4.2 tente de refléter l'interdépendance entre les différentes dimensions de succès d'un système d'information. Le modèle proposé est le suivant : « La qualité du système et de l'information affecte de manière singulière et jointe l'usage et la satisfaction utilisateur. De plus, la fréquence d'utilisation peut affecter le degré de satisfaction utilisateur de manière négative ou positive et inversement. L'usage et la satisfaction utilisateur sont des antécédents directs de l'impact individuel ; et en dernier lieu la performance de l'impact individuel peut avoir un impact organisationnel. » Ce modèle a, par ailleurs, été vérifié empiriquement par Seddon et Kiew dans (Seddon *et al.*, 1994).

D'autres travaux, comme ceux de Geldermann (Geldermann, 1998) ou encore Igabaria (Igabaria *et al.*, 1997) mettent l'accent sur l'influence du couple usage/satisfaction utilisateur sur l'impact individuel ou la performance du système d'information. Ces travaux vont dans le sens du modèle de DeLeone et McLean puisqu'il est montré que la satisfaction utilisateur affecte l'usage du système et l'impact individuel (hypothèse 1) et que l'usage du système a un effet direct sur l'impact individuel (hypothèse 2) (cf. figure 4.12).

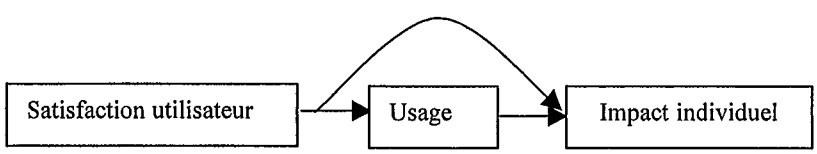


Figure 4.12 : Lien satisfaction utilisateur / usage et impact individuel : Un modèle en réseau monologique (Igabaria et al., 1997)

4.3.4.6 Liens entre les paramètres « classiques » et les paramètres « individuels » et « collectifs »

Le paragraphe précédent présente les mesures de performance d'un système d'information utilisées de manière classique. Ces mesures sont relatives à l'usage et à la satisfaction utilisateur au sens large (prise en compte de la qualité de l'information et du système). Il s'agit de mesures alternatives permettant d'évaluer indirectement le succès d'un système d'information c'est-à-dire son impact sur l'organisation et plus largement sa contribution à la performance de l'organisation.

Dans ce cadre, l'impact du système d'information sur l'organisation est évalué du point de vue de son impact individuel. En effet, il y a étude de l'usage et de la satisfaction de l'utilisateur de manière à déduire l'impact individuel. Cela est possible puisque les liens entre ces catégories de mesure ont été étudiés. La catégorie de mesures sur l'impact individuel est d'ailleurs très proche de la classe de performance relative au rôle individuel du système d'information.

L'impact organisationnel en tant que tel est moins pris en compte. Cela est dû entre autres à la difficulté de mesurer l'apport du système d'information dans la poursuite des objectifs de l'organisation. En effet, la mesure directe de cette contribution est difficile puisqu'une grande partie des coûts et bénéfices est qualitative ou intangible. De plus, l'évaluation de l'impact financier des décisions non structurées ou ad-hoc est presque impossible et ne va pas correspondre directement à ces coûts et bénéfices. Cependant, lorsque cette dimension est traitée, elle l'est essentiellement d'un point de vue financier. Or, la classe de paramètres que nous proposons est relative à la coordination et à l'émergence de représentations partagées. En fait, coordination et émergence de représentations partagées sont indispensables à la poursuite des objectifs de l'organisation. L'atteinte de ces objectifs aura dans un deuxième temps un impact financier. Les deux classes sont donc liées.

4.3.5 Trois classes de contradiction d'évolution

Les contradictions d'évolution existent entre les paramètres de performance d'une même fonction. Or, les deux classes de paramètres de performances mises en évidence précédemment : performances par rapport au rôle individuel et au rôle collectif du SI, peuvent être en contradiction.

En effet, au niveau individuel correspond l'efficacité dans l'action alors qu'au niveau collectif c'est l'émergence de représentations partagées qui est mise en avant. Ainsi, les contradictions d'évolution existent à travers la dualité individuel/collectif. Cette dualité s'applique à chaque fonction. En suivant les règles de formulations de contradictions d'OTSM-TRIZ, pour chaque fonction, la contradiction d'évolution va s'exprimer par l'intermédiaire d'un élément

caractéristique qui devra avoir deux états opposés pour répondre aux critères de performance individuel et collectif.

Le canevas de formulation des contradictions d'évolution est donc le suivant :

« Il **faut faire A** car (*raison liée au premier paramètre de performance*) mais **il ne faut pas faire A** car (*raison liée au deuxième paramètre de performance*). »

4.3.5.1 Classe de contradiction relative au volume

L'élément caractéristique relatif à la fonction *mémoriser* est le **volume des informations**.

Le volume des données désigne le volume de informations mémorisées dans l'espace et le temps. Elle est définie plus précisément de la manière suivante :

- Largeur : étendue du champ d'observation
- Résolution : finesse
- Liaison avec le temps : avec (instant, plage de temps, ...) ou sans
- Orientation par rapport au temps : passé, présent, futur
- Fréquence : intensité de production des données dans une durée donnée.

La contradiction d'évolution associée s'exprime de la manière suivante :

Il faut augmenter le volume des informations *mises à disposition de chacun pour favoriser la coordination et l'amélioration de l'organisation mais* ***il ne faut pas*** *le faire car trop d'informations nuisent à l'efficacité dans l'action.*

4.3.5.2 Classe de contradiction relative au degré de spécificité

L'élément caractéristique relatif à la fonction *adapter* est le **degré de spécificité des informations**.

Le degré de spécificité des informations est défini plus précisément de la manière suivante :

- type : qualitatif, quantitatif
- degré d'agrégation
- forme : schéma, graphique, tableau, son,...
- support : papier, écran, ...

La contradiction d'évolution associée s'exprime de la manière suivante :

> ***Il faut augmenter le degré de spécificité des informations*** *mises à disposition de chaque acteur pour que l'exploitation de ces informations soit efficace mais* ***il ne faut pas*** *le faire car cela nuit à la coordination et à l'amélioration de l'organisation.*

4.3.5.3 Classe de contradiction relative à la liberté décisionnelle

L'élément caractéristique relatif à la fonction *cadrer* est la **liberté décisionnelle**, c'est-à-dire l'espace de « liberté » laissé entre les informations et l'action. Par exemple, la liberté décisionnelle est la plus faible lorsque l'information mise à disposition est un ordre.

La liberté décisionnelle des données est définie plus précisément de la manière suivante :

- contraintes d'accès aux données : avec ou sans complément
- contrainte temporelle : instant fixé, plage de temps
- contrainte sur le processus de décision : choix imposé, sur liste, paramètres de choix

La contradiction d'évolution associée s'exprime de la manière suivante :

> ***Il faut diminuer la liberté décisionnelle*** *dans les actions à accomplir pour limiter les « non-qualité » et être efficace dans l'action mais* ***il ne faut pas*** *le faire car les acteurs ont besoin d'un espace d'autonomie, indispensable à la mise en place d'un apprentissage organisationnel.*

La figure 4.13 montre le lien entre la sémiotique, les fonctions de la classe de système et l'élément caractéristique de la contradiction d'évolution.

Effet social	Cadrer	Liberté décisonnelle
Pragmatique / Sémantique	Computer	Degré de spécificité
Syntaxique / Sémantique formelle	Mémoriser	Volume

Figure 4.13 : Liens sémiotique, fonctions du SI et élément caractéristique

Cet ensemble de contradictions d'évolution relatives au volume, au degré de spécificité et à la liberté décisionnelle constituent le « noyau dur » des problèmes potentiels à résoudre au cours d'un projet particulier de conception de système d'information. En d'autres termes, au cours d'un projet donné, il faut identifier si la contradiction est avérée ou non. La résolution de la ou des contradictions avérées va générer, dans un deuxième temps, pour le système d'information particulier, un nouvel ensemble de contradictions d'évolution. Nous allons proposer une démarche d'exploitation de ces contradictions dans le chapitre suivant.

Chapitre 5 : Exploitation des contradictions d'évolution des SI dans le cadre des processus contingents en DSI

5.1 Nécessité d'une démarche d'exploitation

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les grands principes d'OTSM-TRIZ et en avons mis en œuvre une partie pour formaliser trois contradictions d'évolutions des SI. Celles-ci au nombre de trois sont relatives au volume, au degré de spécificité et à la liberté décisionnelle des informations mises à disposition des acteurs. Elles représentent le noyau générique des problèmes potentiels à résoudre durant un projet de développement de SI spécifique. Nous proposons de les utiliser pour rendre plus robuste la caractérisation des processus contingents existants. Pour ce faire, il est nécessaire de compléter ces contradictions génériques par une démarche qui permet de passer de ces contradictions génériques à une caractérisation robuste d'un projet particulier.

La démarche de caractérisation intermédiaire se base, dans un premier temps, sur l'identification des problèmes clés à résoudre durant un projet spécifique. Dans un deuxième temps, la caractérisation du projet sous forme de problèmes sert de point de départ vers la détermination d'architectures. Les notions de problème et d'architecture de SI constituent des éléments supports pour quantifier plus finement les éléments de caractérisation traditionnellement préconisés (taille du projet, complexité des données, ...). La démarche proposée se base sur les contradictions formalisées au chapitre précédent ainsi que sur les notions essentielles et principes méthodologiques d'OTSM-TRIZ. Chaque étape de la démarche est rapidement illustrée par un cas d'étude réel.

5.2 Caractérisation de projet et architecture SI

5.2.1 Contradictions d'évolution et caractérisation d'un projet particulier

Nous proposons d'utiliser les trois classes de contradictions d'évolution de SI pour caractériser un projet de développement de SI. En d'autres termes, il s'agit de faire le lien entre une situation spécifique projet et les contradictions d'évolution des SI. Cela implique de

« particulariser » les modèles génériques de problèmes que nous avons formalisés au chapitre précédent.

Pour ce faire nous proposons de faire cette adaptation en deux étapes :

- Identification des rôles individuel et collectif du SI
- Identification des contradictions avérées

Ces deux étapes relèvent du principe de convergence (cf. figure 4.5, page 95). En effet, la dualité individuel/collectif ainsi que les trois classes de contradictions constituent un ensemble de problèmes génériques à résoudre lors d'un projet de développement SI. Ce sont les connaissances générales du domaine. Dans un cas particulier l'ensemble de ces problèmes ne va pas forcément être avéré car la contradiction va exister entre les conditions spécifiques d'une situation donnée et les connaissances générales du domaine c'est-à-dire celles relatives aux contradictions d'évolution et à la dualité individuel/collectif. Il s'agit de confronter une situation particulière à l'ensemble des contradictions d'évolution.

5.2.1.1 Identification des rôles collectif et individuel

En début de projet, il s'agit d'interpréter les concepts généraux de « rôle individuel » et « rôle collectif » du SI de manière à les transposer à la situation étudiée. Dans la définition donnée au chapitre précédent le niveau individuel du SI concerne l'aide à la prise de décisions et l'accomplissement des actions individuelles. Le niveau collectif, quant à lui, concerne la coordination et le cadrage de cet ensemble d'actions et de prises de décisions individuelles.

Les niveaux individuel et collectif ne sont donc pas absolus mais dépendent du projet. Un même composant du SI peut être considéré tour à tour du point de vue individuel ou collectif. Ainsi, les objectifs d'un service d'une entreprise peuvent être considérés comme relevant du niveau collectif par rapport à un groupe de travail de ce service, dont les objectifs relèveront du niveau individuel. Ce même groupe de travail peut être assimilé au niveau collectif par rapport à chacun de ses membres qui constituent dans ce cas le niveau individuel. Les notions de niveaux individuel et collectif ne sont d'ailleurs pas bornées aux seules frontières de l'organisation. Elles peuvent aussi concerner un ensemble d'organisations, par exemple, pour les multinationales organisées en un ensemble de filiales.

Cela est le cas dans l'exemple d'application, que nous utilisons pour illustrer chaque étape de la démarche proposée. Il s'agit d'un développement de SI mené, dans le cadre d'un DESS « Ingénierie d'affaires », avec des démarches et méthodes « classiques » de développement et de conduite de projet SI. Nous l'interprétons ici a posteriori.

5.2.1.2 Cadre de l'étude

Le projet prend place dans une multinationale de fabrication et de conditionnement de produits pharmaceutiques. Celle-ci est structurée, autour de la maison mère, en un ensemble de filiales nationales. La maison mère centralise la fabrication et le conditionnement des différents médicaments. Pour chaque pays, les missions des filiales sont identiques. Elles sont chargées de l'obtention des autorisations de mise sur le marché ainsi que de la distribution des médicaments dans leur pays. Cette distribution, notamment pour les dates de péremption figurant sur l'emballage des médicaments, doit répondre à un certain nombre de règles et normes nationales qui sont différentes d'un pays à l'autre.

Le périmètre du SI de ce projet concerne le processus de calcul et d'impression des dates de péremption. L'objectif principal formulé est le respect de la législation, c'est-à-dire la mise sur le marché de médicaments non périmés et le retrait du marché des médicaments périmés. L'atteinte de ces deux objectifs dépend bien sûr de la date de péremption imprimée sur le conditionnement. Le mode de calcul de cette date doit donc être parfaitement maîtrisé, car un calcul erroné peut entraîner des dépassements (mise sur le marché de produits périmés) ou des « sur-qualités » (retrait du marché de produits non encore périmés). L'objectif secondaire est une standardisation des modes de calcul et d'impression des dates de péremption.

A ce jour le système de calcul et d'impression est centralisé au niveau de la maison mère. Ce système est structuré autour de la notion de classe de péremption. Une classe de péremption concerne les filiales ayant les mêmes caractéristiques de calcul et d'impression de date de péremption. Le nombre de classes de péremption existant est relativement important car des dates de péremption sont calculées et imprimées en respectant les demandes spécifiques de chaque filiale.

Les éléments constitutifs des classes sont décrits dans le tableau 5.1.

Nom de l'élément des classes de péremption	Description
Numéro de classe	
Pays concernés par cette classe	
Eléments à imprimer	date de péremption, date de fabrication le cas échéant
Mode de calcul de la date de péremption	Ex : date de première mise en solution + durée de stabilité du médicament
Codification de la date de péremption	Ex : jour/mois/année, mois/année, année/mois, …
Codification de la date de fabrication (le cas échéant)	Ex : jour/mois/année, mois/année, année/mois, …
Abréviation des mois	Ex : chiffres : 01 → janvier abréviations du mois dans la langue du pays : JAN → janvier

Tableau 5.1 : Description des éléments des classes de péremption

La mention imprimée devant la date de péremption n'apparaît pas dans les classes de péremption. Il existe deux types de mention à savoir :

- « à utiliser avant *date de péremption* »
- « expire le *date de péremption* »

En fait, ces mentions sont pré-imprimées sur les conditionnements et n'entrent pas dans le système d'impression des dates de péremption. Les filiales utilisent l'une ou l'autre voire les deux. Celles-ci sont bien-sûr traduites dans la langue du pays. Cependant, les deux mentions n'ont pas tout à fait la même signification. Elles vont donc avoir une incidence indirecte dans les dépassements potentiels.

5.2.1.3 Identification des rôles individuel et collectif : application au cas d'étude

Le SI étudié est celui permettant le calcul et l'impression des dates de péremption sur les emballages de médicaments.

Le niveau individuel est représenté par chaque filiale nationale. Le rôle du SI étudié par rapport aux filiales (aux individus) est d'imprimer les dates en respectant les règles et normes en vigueur dans le pays concerné, ce qui permet à chaque filiale de gérer la distribution et le retrait des médicaments sur son marché.

Le niveau collectif est représenté par la maison mère. Le rôle du SI étudié par rapport à la maison mère est d'assurer la cohérence du calcul et de l'impression de cet ensemble de dates de péremption. Il s'agit d'éviter la mise en vente de produits périmés et le retrait de produits non encore périmés, en considérant ici la préremption par rapport aux caractéristiques intrinsèques du produit.

La définition des ces deux rôles met en avant le rôle important des législations locales ainsi que les interactions filiales / maison mère. L'analyse de ces relations, à travers les trois contradictions d'évolution des SI, va permettre de mieux cerner les enjeux et « points durs » du projet.

5.2.1.4 Identification des contradictions « avérées »

L'identification des contradictions avérées, pour un projet donné, passe par l'interview des usagers du SI. Une contradiction est considérée comme avérée si elle est ressentie par les usagers du SI étudié. Pour ce faire, il s'agit de conduire les interviews de manière à faire le bilan du SI par rapport aux trois contradictions. Il s'agit de comprendre quelles sont les contradictions avérées et à quel degré.

En d'autres termes, les trois contradictions relatives au volume, au degré de spécificité et à la liberté décisionnelle constituent un fil conducteur des interviews pour l'analyste du projet. Elles permettent de structurer le démarrage de la phase d'analyse de l'existant. Les questions à poser au cours de l'interview peuvent s'appuyer sur les éléments de définition du volume, du degré de spécificité et de la liberté décisionnelle données au paragraphe 4.3.5 du chapitre précédent. Ainsi, par exemple, pour le degré de spécificité des informations, les questions posées peuvent s'attacher au mode de présentation des informations et à leur degré d'agrégation. Pour la liberté décisionnelle il s'agit d'évaluer pour chaque acteur du SI, la liberté laissée entre les informations mises à disposition de l'usager par le SI et les actions attendues. Le point de vue adopté pour les acteurs est celui de la réception d'informations.

A l'issue de cette phase d'identification, comme le montre le tableau 5.2, huit situations ou « profils » de projets différents sont envisageables selon qu'il y ait zéro, une, deux ou trois contradictions avérées.

Situation projet	Contradiction Volume	Contradiction Degré de Spécificité	Contradiction Liberté Décisionnelle
Situation 1	0	0	0
Situation 2	1	0	0
Situation 3	0	1	0
Situation 4	0	0	1
Situation 5	1	1	0
Situation 6	1	0	1
Situation 7	0	1	1
Situation 8	1	1	1

Légende :
0 : contradiction non avérée dans le SI étudié
1 : contradiction avérée dans le SI étudié

Tableau 5.2 : Différentes situations projets en fonction de la typologie des contradictions avérées

La situation projet 1 correspond à une situation où le SI étudié ne pose a priori aucun problème pour aucun acteur. Pour les faire apparaître, il est probablement nécessaire de rendre les objectifs plus ambitieux. L'intensification des objectifs permet dans ce cas d'anticiper l'évolution du SI par rapport à celle qui est initialement perçue.

Les situations 2 à 7 correspondent à des situations intermédiaires. La situation 8 est la situation extrême qui correspond à une remise en cause complète du SI étudié puisque ni le volume, le degré de spécificité et encore moins la liberté décisionnelle ne donnent satisfaction.

5.2.1.5 Identification des contradictions avérées : application au cas d'étude

L'identification des contradictions donne, dans le cadre du projet de mise en conformité des classes de péremption, les résultats suivants.

Pour ce qui est du volume des informations, le projet n'est pas concerné par cette contradiction puisque les informations à mémoriser sont relatives au calcul et au format de date de péremption sont à peu de chose près équivalentes, d'un point de vue volume, pour toutes les filiales. Elles sont essentiellement liées aux normes et règlements en vigueur dans chaque pays. De même les résultats fournis par le SI sont toujours du même type. Il s'agit d'une date de péremption codifiée différemment d'une filiale à l'autre.

L'analyse, par rapport au degré de spécificité, est plus intéressante. En effet, hormis la règle de calcul de la date de péremption, la spécificité de chaque classe réside dans le format de la date (codification de la date et expression du mois). Le degré de spécificité est donc très important. Par rapport, aux objectifs du projet, cette contradiction est avérée. En effet, le degré de spécificité de la date de péremption doit être très important pour répondre aux demandes des filiales mais il doit être faible pour permettre une standardisation du système d'impression.

L'analyse, par rapport à la liberté décisionnelle, montre qu'à l'heure actuelle la liberté décisionnelle entre les informations transmises par les filiales et l'action qui en résulte pour la maison mère est très faible. En effet, la maison mère n'a aucune influence sur le mode de calcul des dates de péremption. Celui-ci lui est imposé par chaque filiale. Du point de vue des filiales, cette situation ne pose pas de problèmes puisque n'importe quelle demande est satisfaite. Cependant, du point de vue de la maison mère cette situation est loin d'être satisfaisante car elle ne permet pas la coordination et la mise en cohérence des modes de calcul. Une analyse plus fine a montré que certaines demandes spécifiques de la part des filiales entraînent des dépassements de date de péremption. En effet, le mode de calcul d'une classe de péremption impose de calculer la date de péremption à partir du mois suivant le mois de fabrication. Cette demande spécifique, non liée aux normes et règlement, avait été accordée car en cohérence avec les normes et règlements en vigueur au moment de la demande. Or, elle n'a jamais été remise en cause alors qu'elle n'est plus à l'heure actuelle en accord avec la législation en vigueur. En effet, du point de vue du SI étudié la liberté décisionnelle doit être importante pour permettre la mise en cohérence des modes de calculs des dates de péremption et ainsi éviter les dépassements et la « sur-qualité ». Cependant, elle doit aussi être faible pour répondre aux demandes spécifiques des filiales. La liberté décisionnelle est l'espace d'autonomie entre les informations mises à disposition et l'action. Le point de vue pris est donc celui de la réception. Or, c'est bien la maison mère qui reçoit les informations de la part des filiales. Sa liberté décisionnelle est faible si elle répond aux

demandes spécifiques des filiales (pas de marge de manœuvre entre l'information reçue et l'action c'est-à-dire l'impression de la date de péremption).

5.2.2 Solutions partielles et bilan des problèmes résiduels

L'identification des contradictions avérées dans une situation projet donnée permet une reformulation des objectifs initiaux en termes de volume, degré de spécificité et liberté décisionnelle. Cette seule formulation du problème permet parfois de cerner rapidement des éléments de solutions partielles qui pourraient être mis en œuvre. Ce n'est pas le cas dans notre exemple. Il nous faut traiter deux contradictions, relatives à l'adaptation et à la liberté décisionnelle.

5.2.2.1 Exploitation du R.I.F et des ressources

La caractérisation d'un projet particulier, par l'identification des contradictions avérées, est couplée à l'analyse des raisons d'être de la ou de ces contradictions. Ce sont entre autres ces raisons d'être qui permettent de faire les allers-retours entre conditions spécifiques et connaissances générales.

A ce stade, pour faciliter la recherche de solutions partielles à partir de la formulation initiale du problème, il est intéressant d'exploiter les notions de résultat idéal final (R.I.F) et de ressources. Ces deux notions apportent des éléments complémentaires à la définition de la direction de solution.

En effet, le R.I.F implique de décrire la solution d'un point de vue idéal sans tenir compte des difficultés et contraintes de mise en œuvre. La notion de ressource, quant à elle, implique de résoudre le problème en ayant recours à une ressource directement disponible et si possible gratuite.

Après cette phase de détermination d'éléments de solutions partielles, il s'agit de faire le bilan des problèmes résiduels qui ne peuvent être résolus directement. Ces problèmes vont être traités par l'intermédiaire de l'identification des architectures.

5.2.2.2 Application au cas d'étude

En termes de résultat idéal final, le SI étudié doit calculer des dates de péremption en accord avec les demandes de filiales tout en ne provoquant ni dépassement ni « sur-qualité ».

Pour obtenir ce résultat idéal, il faut être précis dans le mode de calcul. En effet, la date de péremption est, en général, égale à la date de fabrication + la durée de stabilité du médicament. Or, la date de fabrication est exprimée en jour/mois/année alors que la durée de stabilité est exprimée en mois. Si la codification de la date de péremption est de la forme

mois/année ou année/mois, il y a un risque de dépassement lié à l'arrondi de la date de péremption. Par exemple, si la date de fabrication est le 12/05/03 et la durée de stabilité de 24 mois, la date de péremption calculée et imprimée sera 05/05 soit un risque de dépassement de 19 jours si la mention est « expire 05/05 » ou une « sur-qualité » de 12 jours si la mention est « à utiliser avant 05/05 ».

Cet exemple montre l'influence de la codification et de la mention sur les risques de dépassement et de « sur-qualité ». Ce problème pourrait être résolu en n'utilisant que la codification jour/mois/année. Cette solution permettrait une standardisation des classes de péremption. Cependant, elle n'est pas envisageable car le format est imposé par les législations et règlements locaux.

La solution partielle proposée utilise une ressource existante à savoir la codification de la date sous forme jour/mois/année. Son évaluation montre qu'a priori une diminution du degré de spécificité n'est pas possible. L'augmentation de la liberté décisionnelle par la modification du mode de calcul en fonction de la codification est intéressante pour la cohérence du système mais pose des problèmes vis à vis des relations avec les filiales.

5.2.3 Identification des architectures extrêmes

Cette phase poursuit un double objectif. Le premier est d'offrir une base de discussion en cours de projet pour intégrer progressivement les solutions partielles. Les acteurs du projet sont en effet plus à même d'apporter une contribution au projet si les discussions portent sur des éléments organisationnels, que sur des éléments conceptuels. Le second objectif est de créer un lien vers les processus contingents existants.

Avant de décrire les différentes étapes de cette phase il est important de faire un point vocabulaire concernant le notion d'architecture de SI.

5.2.3.1 Définition de la notion d'architecture de SI

Dans le cadre de nos travaux, la notion d'architecture de SI ne doit pas être confondue avec les définitions proposées dans (Österlé *et al.*, 1993) ou encore (Whitten *et al.*, 2001). Dans ces travaux, la notion d'architecture de SI est abordée dans le cadre de la gestion stratégique des systèmes d'information.

Dans (Österlé *et al.*, 1993) l'architecture du SI comporte les éléments suivants :

- Les objectifs et les stratégies
- Les « fonctions » ou processus d'affaires
- Les facteurs clés de succès
- Les unités organisationnelles
- Les agents externes (sources ou destination de flux d'informations)

- Les localisations géographiques
- Les applications
- Les « aires d'intégration » (domaine où est défini l'intégration entre plusieurs applications)
- Les types d'entités
- Les attributs des entités
- Les relations entre entités
- Les bases de données logiques
- Les flux d'information

Ces composants sont reliés entre eux par des associations multiples (par exemple, une application supporte un processus d'affaires, une stratégie à n facteurs clés de succès, une unité organisationnelle est impliquée dans un processus, une entité est utilisée par telle fonction, etc.). Ces différentes associations permettent de représenter différentes visions de l'architecture SI (vision orientée organisation, vision orientée bases de données et applications, vision orientée « modèles de données », etc.)

Dans (Whitten et al., 2001) l'architecture de SI est définie comme le cadre unifié dans lequel les acteurs dotés de vues différentes peuvent organiser la construction de blocs fondamentaux (composants) du SI.

Nous retenons pour définir l'architecture d'un SI le point de vue de la systémique : description d'un ensemble de composants auxquels sont assignés des objectifs (Quels sont les composants ?), de leur interactions temporelles (quand interagissent-t-ils) et spatiales (quelles est leur position relative ?). Appliqué au SI, nous décrivons dans l'architecture les actions attendues de la part de composants (programme, base de donnée, personne), la dynamique du système (les règles d'évolution du comportement de ces composants à partir d'événements échangés ou observés) et la localisation de ces composants (ressource informatique, poste de travail

5.2.3.2 Démarche d'identification des architectures extrêmes

L'identification des architectures se base sur la caractérisation du projet en termes de contradictions avérées et sur le principe d'intensification.

Les architectures sont élaborées uniquement autour des contradictions avérées. Ainsi, pour une contradiction avérée, deux architectures extrêmes sont envisageables : l'une privilégiant l'aspect collectif du SI étudié, l'autre l'aspect individuel. Ainsi, pour la contradiction relative au volume de l'information, privilégier l'aspect individuel revient à diminuer le volume des informations mémorisées. Pour cette même contradiction, privilégier l'aspect collectif revient à augmenter le volume des informations mémorisées. Le tableau 5.3 synthétise l'intensification des aspects collectif et individuel pour chaque contradiction.

Contradictions d'évolution	Intensification « individuel »	Intensification « collectif »
Volume (V)	Diminuer le volume : **V-**	Augmenter le volume : **V+**
Degré de spécificité (DS)	Augmenter le degré de spécificité : **DS+**	Diminuer le degré de spécificité : **DS-**
Liberté Décisionnelle (LD)	Diminuer la liberté décisionnelle : **LD-**	Augmenter la liberté décisionnelle : **LD+**

Tableau 5.3 : Intensification des contradictions d'évolution

Dans un projet particulier, il s'agit de définir l'intensification des niveaux individuel et collectif pour chaque contradiction avérée. Lorsque seule une contradiction est avérée les intensifications aux niveaux individuel et collectif permettent de définir deux architectures extrêmes.

Lorsqu'il y a 2 ou 3 contradictions avérées il faut combiner ces intensifications élémentaires. En d'autres termes, pour deux contradictions avérées quatre architectures cibles extrêmes sont envisageables. Elles correspondent à la combinaison de deux choix extrêmes (collectif, individuel) pour deux problèmes différents. Le tableau 5.4 synthétise les différents cas possibles lorsque deux contradictions sont avérées.

Typologie de contradictions avérées	Typologie d'architectures correspondantes
Volume (V) et Degré de Spécificité (DS)	« V individuel » / « DS individuel » : **V- / DS +**
	« V individuel » / « DS collectif » : **V- / DS -**
	« V collectif / DS individuel » : **V + / DS +**
	« V collectif / DS collectif » : **V + / DS -**
Volume (V) et Liberté Décisionnelle (LD)	« V individuel » / « LD individuel » : **V- / LD -**
	« V individuel / LD collectif » : **V- / LD +**
	« V collectif » / « LD individuel » : **V + / LD -**
	« V collectif » / « LD collectif » : **V + / LD +**
Degré de spécificité (DS) et Liberté Décisionnelle (LD)	« DS individuel » / « LD individuel » : **DS + / LD -**
	« DS individuel » / « LD collectif » : **DS + / LD +**
	« DS collectif » / « LD individuel » : **DS - / LD -**
	DS collectif / LD collectif : **DS - / LD +**

Tableau 5.4 : Typologie d'architectures extrêmes lorsque deux contradictions sont avérées

En appliquant le même raisonnement pour trois contradictions huit architectures possibles extrêmes sont possibles. Le tableau 5.5 donne la typologie des architectures possibles.

Typologie des contradictions avérées	Typologie des architectures correspondantes
Volume (V) Degré de Spécificité (DS) Liberté Décisionnelle (LD)	« V individuel » / « DS individuel » / « LD individuel » : **V - / DS + / LD -**
	« V collectif » / « DS individuel » / « LD individuel » : **V + / DS + / LD -**
	« V individuel » / « DS collectif » / « LD individuel » : **V - / DS - / LD -**
	« V individuel » / « DS individuel » / « LD collectif » : **V - / DS - / LD +**
	« V collectif » / « DS collectif » / « LD individuel » : **V + / DS - / LD -**
	« V collectif » / « DS individuel » / « LD collectif » : **V + / DS + / LD +**
	« V individuel » / « DS collectif » / « LD collectif » : **V - / DS - / LD +**
	« V collectif » / « DS collectif » / « LD collectif » : **V + / DS - / LD +**

Tableau 5.5 : Typologie des architectures pour trois contradictions avérées

L'intensification des architectures, c'est-à-dire l'exagération extrême de la structure SI proposée permet de mettre en avant les points forts et les points faibles de la solution proposée par rapport aux problèmes à résoudre. C'est aussi ce caractère extrême qui, en cours de projet, ne manque pas de provoquer discussion et réaction. Le caractère parfois absurde de certaines architectures ainsi générées permet d'éliminer rapidement les voies inintéressantes.

5.2.3.3 Architecture extrême : Application au cas d'étude

Dans le cadre du projet de mise en conformité des classes de péremption, deux contradictions sont avérées. Quatre architectures extrêmes sont donc envisageables correspondant à la combinaison de deux choix extrêmes (collectif, individuel).

Pour la contradiction relative au degré de spécificité, l'intensification du niveau individuel implique d'augmenter le degré de spécificité des formats de date. Cela signifie à l'extrême qu'il y a un format par pays soit autant de classes de péremption. L'intensification au niveau collectif implique, au contraire, de diminuer le degré de spécificité des formats de date. Cela signifie à l'extrême qu'il n'y a plus qu'un seul format de date pour l'ensemble des filiales.

Pour la contradiction relative à la liberté décisionnelle, l'intensification du niveau individuel implique de diminuer la liberté décisionnelle entre les informations reçues et l'action. Cela signifie à l'extrême que la maison mère répond à toutes les demandes des filiales sans mener de réflexion autour des risques de dépassement liés à un mauvais mode de calcul. L'intensification au niveau collectif implique le contraire. En d'autres termes la maison mère

impose un seul et même mode de calcul pour l'ensemble des filiales. Le tableau 5.6 synthétise ces intensifications élémentaires.

Contradictions d'évolution	Intensification « individuel »	Intensification « collectif »
Degré de spécificité (DS)	Augmenter le degré de spécificité **DS+** : un format de date par filiale et autant de classes de péremption.	Diminuer le degré de spécificité **DS-** : un seul et même format de date pour toutes les filiales.
Liberté Décisionnelle (LD)	Diminuer la liberté décisionnelle **LD-** : un mode de calcul par filiale (imposée par les filiales à la maison mère).	Augmenter la liberté décisionnelle **LD+** : un seul mode de calcul piloté par la maison mère.

Tableau 5.6 : Synthèse des intensifications « élémentaires »

A partir de ces intensifications élémentaires, quatre architectures extrêmes peuvent être définies.

L'architecture « degré de spécificité = individuel, liberté décisionnelle = individuel », que nous appellerons architecture 1, implique d'augmenter le degré de spécificité et de diminuer la liberté décisionnelle. Cela correspond à peu de choses près à la situation actuelle. En effet, les dates de péremption sont imprimées dans les formats souhaités par les filiales et calculées à partir des modes de calcul fournis par ces mêmes filiales.

L'architecture « degré de spécificité = individuel, liberté décisionnelle = collectif », que nous appellerons architecture 2, implique d'augmenter le degré de spécificité et la liberté décisionnelle. Cette architecture correspond à la mise en place d'un seul et même mode de calcul défini par la maison mère et à l'impression des dates dans des formats divers et variés.

L'architecture « degré de spécificité = collectif, liberté décisionnelle = individuel », que nous appellerons architecture 3, implique de diminuer le degré de spécificité et la liberté décisionnelle. En d'autres termes, le format d'impression est unique et les modes de calcul sont imposés par les filiales.

L'architecture « degré de spécificité = collectif, liberté décisionnelle = collectif », que nous appellerons architecture 4, implique de diminuer le degré de spécificité et d'augmenter la liberté décisionnelle. Cela correspond à un système où le format d'impression et le mode de calcul sont pilotés par la maison mère. Cette architecture pose des problèmes vis à vis des législations en vigueur dans les pays d'implantation de chaque filiale.

Les quatre architectures extrêmes sont synthétisées dans le tableau 5.7.

Architecture	Intensifications correspondantes	Description
Architecture 1	DS + et LD -	Situation actuelle : Liberté totale sur le format et le mode de calcul.
Architecture 2	DS + et LD +	Autant de formats que de filiales et mode de calcul piloté par la maison mère.
Architecture 3	DS - et LD -	Un seul format et mode de calcul piloté par chaque filiale.
Architecture 4	DS - et LD +	Un seul format et un seul mode de calcul tous deux pilotés par la maison mère.

Tableau 5.7 : Description des architectures extrêmes (cas d'étude classes de péremption)

5.2.4 Des architectures extrêmes à une architecture cible :

La détermination d'une architecture cible passe par l'analyse des architectures extrêmes. L'utilisation du principe d'intensification met en avant le caractère parfois absurde de certaines architectures extrêmes. Cela permet d'éliminer rapidement les architectures qui n'ont pas de sens dans le projet étudié. Après avoir écarté les architectures qui a priori ne sont pas pertinentes dans la situation étudiée, il faut faire converger les architectures restantes vers une architecture cible réaliste. Pour ce faire, nous proposons de nous appuyer sur la vision « multi-écrans ».

5.2.4.1 Exploitation de la vision « multi-écrans »

L'analyse des architectures extrêmes et le choix d'une architecture cible réaliste doivent être couplés aux objectifs stratégiques. Le déploiement cohérent des objectifs stratégiques au niveau du SI étudié est incontournable. Or, les différentes architectures identifiées correspondent à des choix stratégiques différents. Aussi, il est essentiel de mettre en perspective les architectures par rapport aux objectifs de l'entreprise. Pour ce faire, nous proposons d'utiliser la vision « multi-écrans » qui permet d'observer le système étudié (le SI) du point de vue de ses relations avec le super-système (l'entreprise) et le sous-système (les différents composants du SI) et ce à différents horizons temporels (passé, présent, court terme, long terme).

Le couplage « vision multi-écrans » et architectures extrêmes permet de converger vers une architecture cible qui soit en cohérence avec les objectifs à long terme. Ce couplage peut avoir un impact non négligeable sur l'architecture finalement choisie mais aussi sur les objectifs stratégiques. En effet, cette analyse implique de formaliser les objectifs stratégiques qui restent souvent partiellement flous. Cette formalisation peut ici s'appuyer sur la définition en parallèle des architectures correspondantes. Les différentes architectures ainsi proposées, en fonction des options stratégiques, sont un support à l'évaluation des impacts de la stratégie sur

le SI et inversement. La figure 5.1 montre les différents éléments à étudier dans cette phase avec la vision « multi-écrans ».

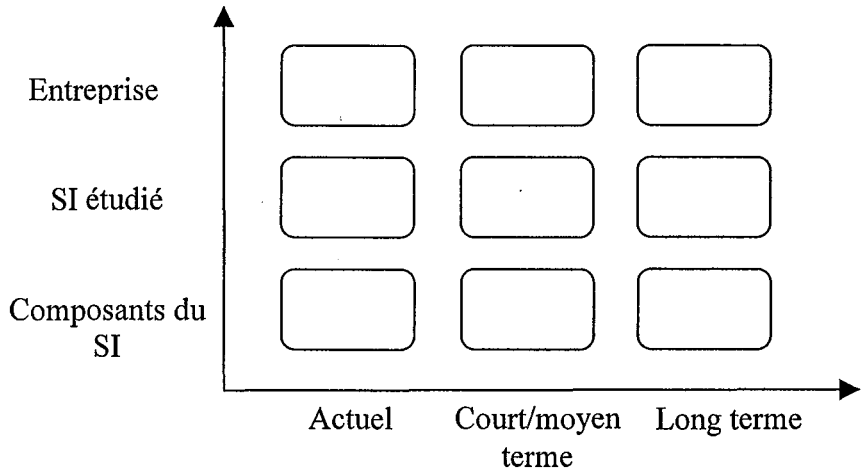


Figure 5.1 : Architecture cible et vision « multi-écrans »

5.2.4.2 Vision « multi-écrans » : Application au cas d'étude

L'analyse des quatre architectures extrêmes montre que les architectures diminuant le degré de spécificité peuvent être éliminées d'emblée. En effet, la mise en place d'un tel système n'est pas possible car le format des dates de péremption doit être en accord avec les différentes législations locales. Or, les législations diffèrent et l'accord sur un format unique n'est pas possible. Ainsi, les architectures 3 et 4 ne sont pas à prendre en compte dans la détermination de l'architecture cible.

Pour les deux autres architectures, une architecture de type 1 peut être abandonnée puisqu'elle correspond à la situation actuelle qui n'est plus satisfaisante. L'architecture cible doit être de type 2. Cela signifie que les modes de calcul seront pilotés par la maison mère. Pour déterminer l'architecture cible, il s'agit de déterminer de quelle manière se fera ce pilotage et avec quels modes de calcul. Pour ce faire, examinons les objectifs de l'entreprise et les architectures cibles correspondantes ainsi que leur impact sur le sous-système (composants du SI). L'objectif principal à long terme est d'éviter tout dépassement de date de péremption et toute perte de péremption (« sur-qualité »). Or, l'analyse des modes de calculs existants a montré le lien entre le format d'impression et le mode de calcul. En effet, ces modes prenaient en compte le format d'impression dès le calcul de la date, ce qui entraînait des risques de dépassement. Pour éviter le dépassement, il s'agit d'abord de calculer une date de péremption brute en jour/mois/année qui sera ensuite transformée en date de péremption à imprimer en fonction du format d'impression. Ce type d'architecture permet d'éviter tout dépassement et n'implique pas de grandes modifications dans le système existant.

Cependant, ici il n'y a pas prise en compte de la mention (« à utiliser avant ... », « expire le ... »). D'où une perte de péremption d'un mois. Par exemple si la date de fabrication est le 02/10/2003 et la durée de stabilité 24 mois la date de péremption brute est le 02/10/2003. Si le format d'impression est du type mois/année pour éviter tout dépassement la date de péremption à imprimer est le 09/2003. Si la mention imprimée est « expire le 09/2003 » il n'y a pas de perte de péremption (à deux jours près, mais cela est lié au format d'impression). Si la mention imprimée est « à utiliser avant 09/2003 » il y a perte d'un mois de péremption. Ainsi, pour éviter toute perte de péremption la mise en place d'une architecture prenant en compte la mention est nécessaire. Cependant, la mise en place d'une telle architecture à court/moyen terme n'est pas envisageable car elle impliquerait des modifications de packaging. Une telle solution peut donc être prévue à long terme. Cette architecture cible à long terme peut être prise en compte dans la définition de l'architecture à court terme. Cela peut se traduire, par exemple, par la préparation d'un système des règles de calcul avec prise en compte des mentions. Celles-ci pourront être activées facilement le moment venu.

5.2.5 Lien vers les processus « classiques » de développement de système d'information

La démarche de caractérisation de projet et d'identification d'architectures que nous proposons repose sur les phases suivantes et exploite les principes d'OSTM-TRIZ ainsi que les trois contradictions d'évolution des SI présentées au chapitre précédent. Le tableau 5.8 fait une synthèse de la démarche en y associant les principes mis en œuvre.

Etapes de la démarche	Principes utilisés
Caractérisation du projet sous forme de problèmes à résoudre	Principe de convergence Contradictions d'évolution des SI
Bilan des solutions partielles et problèmes résiduels	Résultat Idéal Final Ressources
Identification des architectures extrêmes	Intensification Caractérisation projet
Identification d'une architecture cible	Architectures extrêmes Vision « multi-écrans »

Tableau 5.8 : Etapes de la démarche et principes exploités

Cette démarche permet d'étudier un SI donné du point de vue du volume, du degré de spécificité et de la liberté décisionnelle des informations. Cet éclairage particulier permet de cerner rapidement les difficultés à développer avec soin au cours du projet. Cependant, elles ne dispensent en rien des problématiques d'analyse de l'existant telles que les difficultés de

communication avec les usagers du SI ou encore l'analyse des documents existants ... Il s'agit bien là d'un support pour penser mais qui ne se substitue en aucun cas à la pensée ! ! !

De même l'identification d'architecture est, elle aussi, supportée par les contradictions et les principes d'OTSM-TRIZ puisque l'ensemble du travail est centré sur les contradictions avérées. Le passage à l'architecture cible qui met en œuvre la vision multi-écrans oblige à analyser les liens entre le SI et les objectifs stratégiques à différents horizons temporels.

Les éléments obtenus à l'issue de cette démarche (architecture du SI, objectifs stratégiques, ...) sont utiles pour quantifier finement et de manière fiables les facteurs et indicateurs préconisés dans les différentes approches contingentes de développement de SI. En effet, la définition d'éléments concrets d'architecture offre un support à la détermination de la complexité des données ou encore de la taille projet.

Après la présentation générale de la démarche proposée, illustrée par un exemple simple où l'architecture du SI cible est très réduite, nous allons développer en détail, dans le chapitre suivant, une application de développement d'un SI à l'architecture plus complexe. Le projet exposé concerne la mise en place d'un suivi de pièces dans un atelier de production mécanique. Ce projet a été mené en mettant notre proposition en œuvre. Ainsi, il permet de valider l'applicabilité de la démarche et son intérêt sur un cas réel. Elle est, dans ce sens, complémentaire au cas présenté précédemment.

Chapitre 6 : Application

6.1 Cadre de l'étude

6.1.1 Présentation de l'entreprise et objectif initial du projet

L'étude présentée concerne une PME de 100 personnes, dans le domaine de la mécanique. Environ 5000 références (domaine de la bijouterie) sont fabriquées uniquement à la commande et sur mesure, dans des séries variant de 0 à 100 unités par an. Le parc machine de l'atelier est constitué de machines d'usinage conventionnel et de centres d'usinage à commande numérique (CN). Les machines sont regroupées en îlots de processus.

La partie automatisée du SI est constituée principalement d'un logiciel de gestion de production spécifique. Il comprend des modules classiques de gestion des commandes et de facturation ainsi qu'un module spécialisé de lancement de fabrication.

La formulation initiale du problème visait à compléter le logiciel de gestion de production par un module de suivi des produits lancés dans l'atelier. En effet, l'essentiel de la production est sur commande et le respect des délais est impératif. Dans ce cadre, il s'agit de retrouver, dans l'atelier, les produits à délai très courts de manière à vérifier leur avancement et le cas échéant accélérer leur fabrication par une procédure d'urgence.

6.1.2 Fonctionnement actuel

Dans un premier temps, nous présentons les différentes étapes de traitement de commande. Dans un deuxième temps, nous détaillons ces étapes, notamment les processus de lancement de la fabrication et de production caractérisés par différentes règles de regroupement des produits bruts et semi-finis. La description du fonctionnement actuel est présentée ici de manière structurée pour faciliter la compréhension du cas d'étude. En réalité, cette étude s'est faite en cours de projet en utilisant les contradictions d'évolutions comme grille d'interview et d'analyse des documents et du système existant.

Pour ce qui est du traitement des commandes, plusieurs étapes peuvent être distinguées :
- La réception de la commande du client
- La saisie de la commande
- La préparation des documents relatifs à un lot de commandes
- Le réapprovisionnement des pièces brutes

- Le lancement de la fabrication
- La production
- Le contrôle qualité
- Le traitement de surface
- Le conditionnement
- La facturation et le packaging

Les trois premières étapes sont du ressort du service commercial. Le réapprovisionnement des pièces brutes s'effectue en parallèle du cœur du processus de production qui utilise un stock existant de pièces brutes. Au niveau de la production, le cheminement entre les différents îlots est spécifique à chaque référence.

Les différentes étapes peuvent sont représentée sur la figure 6.1.

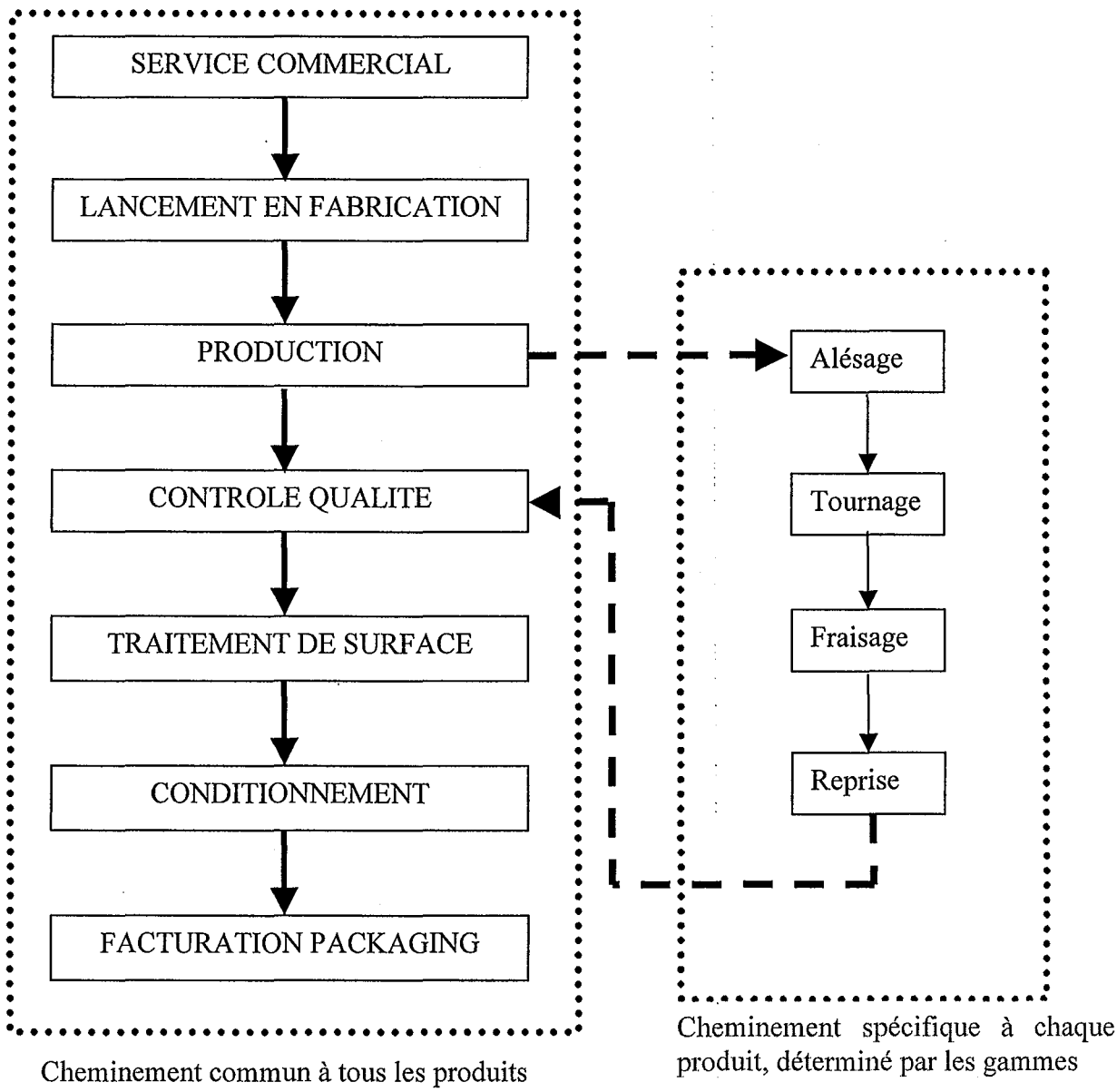


Figure 6.1 : Grandes étapes de traitement de commande

6.1.2.1 La réception de la commande du client

La commande est reçue par téléphone ou par fax. Pour les réceptions par téléphone un bon de commande est rempli à la main. Sur cette version papier apparaît le numéro client, la date et les différentes références commandées et dans certains cas la date de livraison désirée par le client. Après réception de la commande, celle-ci est saisie sur le système informatique actuel. Les commandes sont regroupées par type en fonction du délai de livraison : « réassort » (délai : 4 semaines), « sans fautes » (délai : 10 à 15 jours), « sans faute urgent » (délai : 8 jours), « express » (délai : 5 jours).

6.1.2.2 La saisie de la commande et la préparation des documents pour la production

La saisie de la commande, à partir des données contenues sur les fax ou les « papillons commande par téléphone », consiste à :

- Saisir le code opérateur permettant d'identifier la personne effectuant la saisie (en fait chaque opérateur a ses propres clients)
- Saisir le type de commande, par exemple « sans faute » pour les commandes de type sans faute
- Saisir le numéro client ou faire une recherche sur le nom du client
- Annoter le délai de livraison souhaité
- Affecter un numéro à la commande (opération réalisée automatiquement par le système)
- Saisir la commande (référence, quantité, gravures le cas échéant, ...)

Chaque jour à midi il y a regroupement des commandes sous forme de lots de commandes. Un lot de commandes correspond au regroupement des commandes de même type passées dans la journée. Pour chaque lot de commandes, les documents nécessaires à la production sont édités, à savoir :

- Feuilles d'approvisionnement de brut
- Feuilles de lancement
- Fiches de lots
- Feuilles de contrôle fabrication

6.1.2.3 Le réapprovisionnement des rondelles brutes

Le réapprovisionnement en pièces brutes se fait à partir des feuilles d'approvisionnement de brut. Celles-ci comportent pour chaque lot de commandes de même type, le type de brut (diamètre, largeur, épaisseur) et la quantité correspondante par type de matière première.

6.1.2.4 Le lancement de fabrication

A ce niveau, les pièces à usiner sont regroupées, pour chaque lot de commandes, selon le procédé d'usinage et le type de matière première. Il y a, entre autres, distinction entre les pièces tournées sur machines conventionnelles et celles tournées sur centres d'usinage. Un tel regroupement est appelé plateau. A chaque plateau correspond une feuille de lancement.

Une feuille de lancement récapitule les besoins en pièces brutes pour la fabrication d'un lot de commandes. Ces besoins sont exprimés en termes de diamètre et de largeur finie. Or, une même pièce brute permet d'obtenir différents diamètres et largeurs finis. Ce sont les opérateurs qui choisissent les pièces brutes adaptées au diamètre et à la largeur finie à obtenir.

Le poste de lancement de fabrication consiste à composer les différents plateaux et à usiner les pièces brutes au diamètre fini.

6.1.2.5 La production

La production à proprement parler commence lorsque les pièces brutes sont au bon diamètre.

A ce niveau, il y a regroupement sous forme de lots de fabrication. Un lot de fabrication est le regroupement de pièces, dont le type de commande, le jour de commande et la gamme-mère sont identiques. Une gamme-mère s'applique à toutes les références qui en production parcourent la même séquence d'îlots. Le numéro de gamme permet de grouper les commandes en un genre de mini-série de fabrication. Ainsi, une commande client peut être divisée en plusieurs lots et un lot peut comporter plusieurs commandes de clients différents. Chaque lot est accompagné d'une fiche de lots comportant la date de la commande, les références à fabriquer, ...

Au niveau de la production, l'ordre de traitement des lots de fabrication est basé sur la date de saisie du lot. Ainsi, si sur un poste donné il y a le choix entre un lot daté du 10/09 et un daté du 09/09, celui daté du 09/09 aura la priorité.

La répartition des lots sur les différents postes de travail des îlots n'est ni formalisée ni imposée. Ce sont les employés ayant une bonne connaissance des ateliers et des références produits qui se chargent de cette allocation, comme d'ailleurs de la mise en œuvre si nécessaire de gammes altenatives. Cela signifie qu'on ne peut pas prédire quelle pièce ou quel numéro de série de pièces passera sur quel poste.

Le processus de fabrication est différent selon qu'il s'agisse de pièces tournées sur machines traditionnelles ou sur machines à commande numérique. Les pièces tournées sur centre d'usinage sont regroupées par lot après le poste de lancement. Les pièces tournées sur machines conventionnelles subissent une opération supplémentaire d'alésage avant d'être regroupées par lots.

Après la phase de tournage, certaines pièces sont fraisées, d'autres subissent des opérations de reprise. Les pièces tournées sur machine traditionnelle peuvent être fraisées sur machine à commande numérique. L'inverse n'existe pas.

6.1.2.6 Le contrôle qualité

Une fois l'usinage des pièces terminé, elles arrivent par lots au niveau du poste de contrôle qualité. C'est à ce niveau qu'est remplie la feuille de contrôle fabrication, où est inscrite la date d'entrée du lot. Ensuite, les pièces sont contrôlées et mises dans des barquettes par famille. La notion de famille est relative aux gammes de pièces, d'un point de vue cette fois ci commercial. Ici, on ne tient pas compte, comme pour les plateaux, des modes d'usinage des produits, mais de l'aspect général du produit fini. En effet, une famille donnée subit les mêmes opérations de traitement de surface.

6.1.2.7 Le traitement de surface

Les pièces provenant du contrôle qualité subissent différentes opérations de traitement de surface (polissage et lavage) afin d'en améliorer l'état de surface. Les produits sont ensuite transmis au poste de conditionnement.

6.1.2.8 Le conditionnement

Les pièces arrivent du traitement de surface classées par famille et par taille, pour faciliter le tri des modèles. Ensuite, elles sont à nouveaux réparties par lot sur les fiches de lot correspondantes. Chaque pièce est pesée sur une balance, reliée à une imprimante via un ordinateur. Après avoir saisi le numéro de fiche de lot, différentes données vont apparaître à l'écran de l'ordinateur, à savoir :

- Le n° de ligne de la fiche
- La référence du produit
- La photo du produit
- Le poids
- Le diamètre
- La largeur
- Le n° commande
- Le n° client

A partir de cet écran, une étiquette par produit est éditée. Elle comporte un code-barres (retranscription du numéro de fiche de lot), le nom du client, le n° de la commande, la référence du produit en interne, la référence du produit chez le client et le poids. Cette étiquette est collée sur le sachet mini grip contenant la pièce. Les produits étiquetés sont transmis au service commercial.

6.1.2.9 Facturation, packaging et envoi

Une fois les produits conditionnés, ces derniers passent au service de facturation, packaging et envoi. Dans en premier temps, ce service les stocke, à l'aide du code-barres, sur des crochets. Un crochet correspond à une commande client.

Lorsque une commande est complète, le système informatique génère automatiquement la facture, ce qui permet la préparation du colis d'expédition pour y joindre la facture et l'expédier.

6.2 Démarche projet

Après avoir présenté le processus actuel de traitement de commande, nous allons appliquer la démarche de caractérisation et d'identification d'architectures définie au chapitre précédent. La figure 6.2 en reprend les différentes étapes.

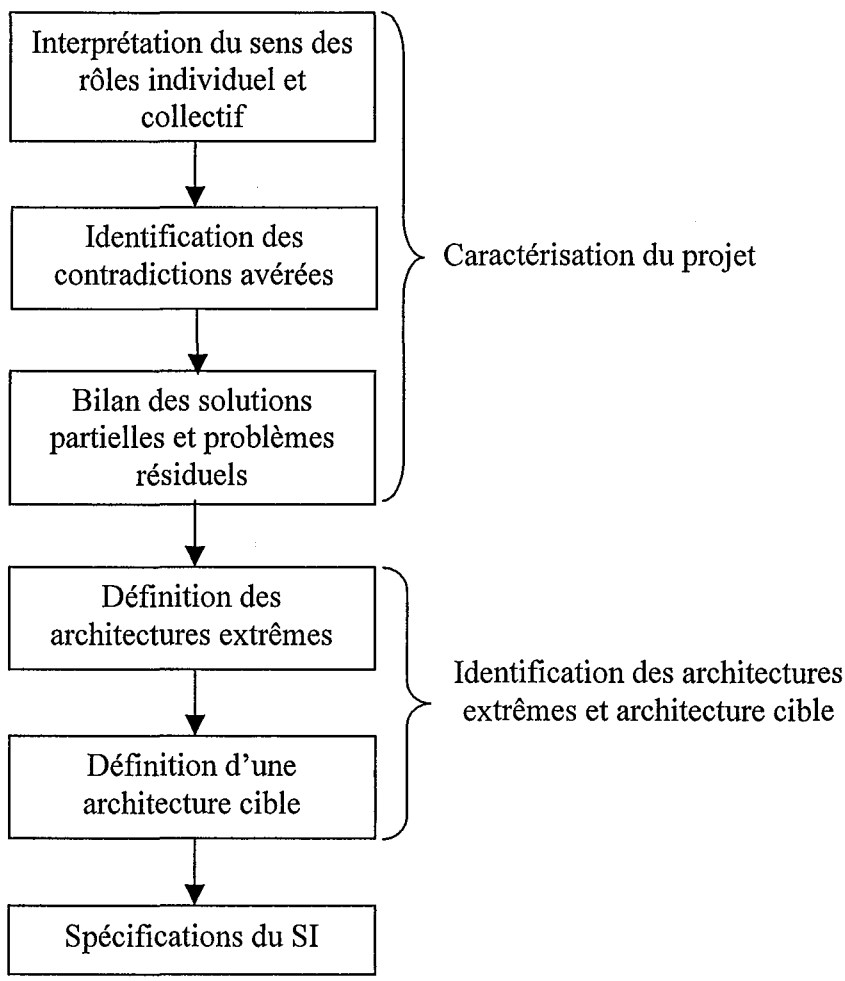


Figure 6.2 : Description de la démarche projet

6.2.1 Caractérisation du projet

La phase de caractérisation de projet consiste à identifier les rôles individuel et collectif du SI étudié puis à déterminer les contradictions d'évolution avérées et à quel degré. Une contradiction d'évolution est considérée comme avérée si elle est ressentie par les usagers du SI. En d'autres termes, les premiers interviews ont été menés avec le responsable de

fabrication de manière à faire le bilan par rapport aux trois contradictions d'évolution (volume, degré de spécificité et liberté décisionnelle).

6.2.1.1 Identification des rôles individuels et collectifs

Dans le cadre de ce projet, le SI étudié est celui de gestion de production et de commandes. Nous nous axons plus particulièrement sur le module de suivi de pièces dans l'atelier.

Les rôles individuel et collectif ainsi que la typologie des contradictions avérées ne sont traités que du point de vue du suivi de pièces dans l'atelier. D'ailleurs le suivi des pièces dans l'atelier peut être assimilé au suivi d'un lot. En effet, le lot est le regroupement de pièce ayant sensiblement la même gamme. Un même lot n'est jamais séparé et suit toujours le même trajet dans l'atelier. De plus, dans le SI existant, les liens entre lots, pièce fabriquée et commande client existent (cf. figure 6.3).

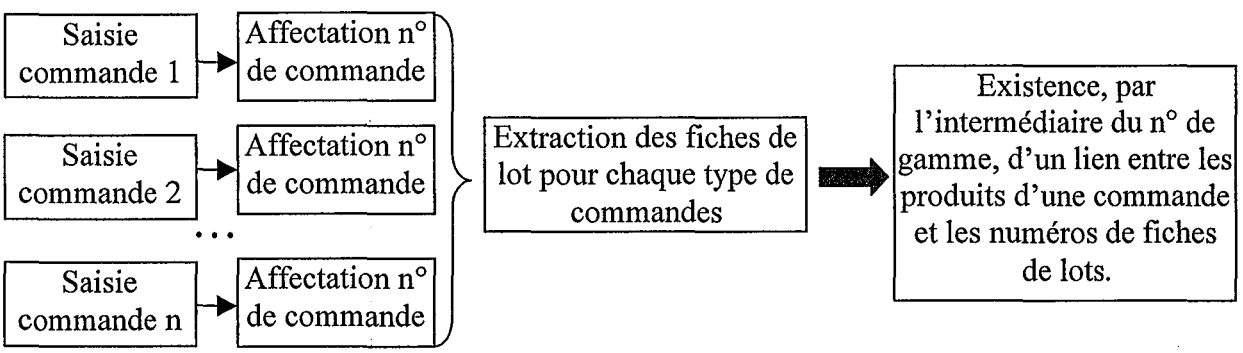


Figure 6.3 : Lien n° commande / n° fiche de lot

Pour ce qui est de l'identification des rôles individuel et collectif : si l'analogie entre le concept de « rôle individuel » du SI et les fonctions du SI attendues par chaque individu est souvent facile à faire, celle entre le concept de « rôle collectif » du SI et les fonctions à développer est parfois plus difficile. En effet, le niveau collectif touche souvent aux objectifs de l'organisation. Cependant, sa définition est utile pour cerner les enjeux du projet.

Dans le cas d'étude traité, deux « rôles individuels » peuvent être identifiés.

Le premier se place du point de vue opérateur. En effet, d'un point de vue suivi, ils doivent disposer des informations utiles pour construire le trajet à suivre par chaque pièce. En d'autres termes, il s'agit des informations prévisionnelles du trajet des lots dans l'atelier.

Le second se place du point de vue responsable d'atelier. Ce dernier doit disposer des informations nécessaires pour suivre ce trajet. En effet, le responsable doit pouvoir localiser

rapidement les lots de pièces dans l'atelier et les accélérer le cas échéant. De ce point de vue, il s'agit des informations réelles des trajets dans l'atelier.

Les deux rôles identifiés ci-dessus s'attachent bien au niveau individuel puisque relatifs à l'efficacité des actions et décisions des opérateurs et responsable d'atelier. Ce dernier, par exemple, en cas de commande urgente, n'aura plus à effectuer dans l'atelier une recherche longue et fastidieuse des lots correspondants.

Le « rôle collectif » devant être rempli par le SI étudié est d'assurer une traçabilité complète des trajets prévus et effectivement réalisés. Cette traçabilité constituerait en effet une base d'amélioration de l'organisation de l'atelier à la fois pour les opérateurs et le responsable. En effet, elle pourrait, par exemples, permettre d'affiner les trajets prévisionnels ou encore de restructurer les îlots machines existants, etc. Du point de vue de l'entreprise en général, cette traçabilité permettrait d'améliorer le respect des délais de livraison et donc la satisfaction client. Ce rôle est bel et bien relatif au niveau collectif puisqu'il concerne le fonctionnement de l'organisation en général.

6.2.1.2 Identification des contradictions avérées

- Contradiction relative au volume

Pour ce qui est du volume des informations, il peut tout d'abord être analysé du point de vue des informations prévisionnelles des lots. L'état actuel du SI montre que les informations relatives au trajet prévisionnel d'un lot existent, mais ne sont pas transmises aux opérateurs, contrairement à un ensemble d'informations d'ordre commercial inutiles pour leur mission.

C'est ce que montre l'analyse des données sur les fiches de lots (cf. tableau 6.1) en fonction du type de commande. Ainsi, quel que soit le type de fiche, pour chaque pièce à usiner les opérateurs ont à leur disposition le numéro de commande et le numéro client.

De même, certaines données sont redondantes comme la couleur des pièces à usiner car chaque référence comporte un code couleur.

Ainsi, dans le fonctionnement actuel les opérateurs ne sont pas informés de manière directe du trajet prévisionnel d'un lot de fabrication. Ils n'ont qu'une connaissance informelle du trajet relatif à la gamme mère indiquée pour le lot. Cela comporte des risques de retard liés aux erreurs « d'aiguillage » des différents lots.

Type de commande / Données fiche de lot	*Sans-faute*	*Sans-faute urgent*	*Urgent Express*	*Réassort*
Type de commande	X	X	X	X
n° lot	X	X	X	X
date de saisie	X	X	X	X
Commentaire	***X***	***X***	***X***	***X***
n° commande			X	
Adresse Client + n°			X	
n° de gamme	X	X		X
référence	X	X	X	X
rondelles nécessaires (couleur, diamètre fini, largeur)			X	
couleur	XX	XX	XX	
Diamètre fini	X	X	X	X
qté				XX
largeur	X	X	X	X
Epaisseur				
Référence d'usinage				
PDS (poids)				
Poids tourné	XX	XX		XX
Poids terminé	X	X	X	X
n°client	X	X		X
n° commande	X	X		X
Commentaire (demande spécifique client)	***X***	***X***	***X***	***X***
gravure (interne, externe+texte)	***X***	***X***	***X***	***X***
Nbre pièce lot	X	X	X	X
Poids total lot	X	X	X	X
Nbre lot client			***XX***	
Nbre total pièces client			***XX***	
Poids total pièce client			***XX***	

La légende de ce tableau est la suivante :
- cellules grisées : données concernant une ligne donnée de la fiche
- cellules blanches : données concernant l'ensemble de la fiche
- X : données apparaissant sur toutes les fiches de ce type
- *X* : données apparaissant sur certaines fiches d'un type donné
- XX : mise en évidence de redondances ou données inutiles

Tableau 6.1 : Analyse des données des différentes fiches de lots

Les informations réelles de trajet des lots dans l'atelier sont quasi inexistantes actuellement. En effet, il est uniquement possible de savoir si un produit (une pièce donnée pour une commande donnée) est passé ou non au conditionnement. La précision du suivi est donc faible puisque le responsable d'atelier ne dispose d'aucun autre renseignement sur l'état d'avancement des produits dans le processus de production. En effet, une fois les différents

documents édités (fiches de lot, feuille de lancement de fabrication, ...) il n'existe plus d'information sur les produits avant que ceux-ci ne soient conditionnés. En d'autres termes, la traçabilité des lots se résume à : lot lancé en fabrication et lot au conditionnement. Entre ces deux états rien n'indique leur localisation.

La mise en place du suivi du trajet réel des lots dans l'atelier implique d'acquérir des informations sur la localisation des lots. Or, les opérateurs ne sont pas convaincus de la nécessité d'une traçabilité détaillée, contrairement au responsable d'atelier. Cependant, ce dernier ne souhaite pas pour autant que les opérateurs perdent leur temps à fournir les informations relatives à ce suivi.

L'analyse par rapport au volume des informations montre que d'une part il faut mieux choisir les informations fournies aux opérateurs. D'autre part, la mise en place du suivi nécessite la mémorisation d'informations relatives à la localisation des lots de pièce dans l'atelier. Cependant, cette mémorisation à fournir par les opérateurs ne doit pas diminuer le temps de travail opérationnel.

En résumé, **il est nécessaire de mémoriser plus d'informations** pour améliorer le suivi de fabrication, tout en **n'augmentant pas le nombre d'informations relatives à l'avancement** à fournir par les opérateurs, pour ne pas diminuer leur temps de travail opérationnel. Cette contradiction est donc avérée.

- *Contradiction relative au degré de spécificité*

Le taux du renouvellement du personnel est faible et la culture d'entreprise est forte. Par conséquent le degré de spécificité des informations semble parfaitement adapté. Les informations disponibles sont bien comprises par tous. Cette contradiction n'est donc pas avérée.

- *Contradiction relative à la liberté décisionnelle*

Les discussions relatives à la liberté décisionnelle ont été très riches pour la compréhension de la situation.

L'analyse de l'existant montre que la gestion de la production au sein de l'atelier ne comporte aucune planification. Toute l'organisation de la production repose sur les opérateurs qui connaissent parfaitement les références. Ce sont eux qui répartissent les lots sur les machines d'un îlot. Ils ont totale liberté pour choisir la machine où aura lieu l'usinage. Il leur est même possible de mettre en œuvre des gammes de substitution. En d'autres termes, le trajet entre les

îlots prévus par la gamme, est remplacé par un trajet alternatif techniquement équivalent. C'est le cas par exemple pour les pièces usinées sur centre d'usinage CN. Le passage sur cette machine peut être remplacé par la séquence suivante : tournage sur tour CN suivi de fraisage sur fraiseuse CN.

Cette grande liberté décisionnelle donne la marge de manœuvre nécessaire pour équilibrer les charges de travail sur les différentes machines, mais s'avère catastrophique pour la traçabilité du trajet des lots dans l'atelier.

Les gammes-mères existantes constituent un élément pouvant faciliter le suivi. En effet, le suivi doit permettre de localiser rapidement un lot dans l'atelier. Se baser sur le trajet prévisionnel permettrait déjà d'éliminer les endroits où le lot ne peut se trouver. S'il n'est pas possible de se baser sur le trajet prévisionnel d'un lot pour restreindre la zone de recherche il faut mettre en place un suivi plus important du point de vue de la mémorisation de la localisation des lots.

D'un point de vue suivi, il est donc **nécessaire de réduire les initiatives des opérateurs** pour mieux pré-localiser les pièces en cas de recherche, mais de **conserver cette capacité d'initiative** pour leur permettre d'équilibrer les charges sur les machines quelles que soient les perturbations de flux dans l'atelier. Cette contradiction est donc avérée.

6.2.1.3 Typologie des contradictions avérées et solutions partielles :

L'identification des contradictions avérées permet d'observer le projet sous l'angle du volume et de la liberté décisionnelle. Le Résultat Idéal Final serait de pouvoir :

- Mettre en place un module de suivi de pièce dans l'atelier permettant de mémoriser des informations relatives à la localisation des lots dans l'atelier sans contraindre les opérateurs à les fournir,

- Planifier le trajet des pièces pour accélérer la recherche de pièces sans mettre en cause l'organisation de l'atelier basée sur une totale liberté d'affectation des pièces sur les machines.

A ce stade de l'étude, la formulation même des problèmes permet de cerner directement des éléments de solutions partiels qui pourraient être mis en oeuvre. Cela est le cas pour résoudre la contradiction relative au volume des informations à traiter dans le SI. Elle peut être complètement levée si on trouve une solution pour créer les informations relatives au suivi de manière automatique, sans intervention des opérateurs. Cette création automatique des informations de suivi doit, si possible, s'appuyer sur une ressource directement disponible ou sur l'ajout d'une nouvelle ressource gratuite. L'analyse du système existant montre que les

événements manipulés par les machines à commandes numériques doivent, par exemple, pouvoir remplir ce rôle. En effet, il doit, par exemple, être possible de détecter le début et la fin d'exécution d'un programme correspondant à l'usinage d'une pièce donnée. Par contre, il n'y a pas de piste de solution équivalente pour les machines conventionnelles. Une direction de recherche est de trouver une ressource permettant de suivre un lot de pièce sans intervention opérateur. Cette formulation correspond à un résultat idéal final où il est fait abstraction des contraintes de réalisation et mise en œuvre. L'exploitation de cette direction conduirait par exemple à trouver un marqueur de lot de pièce qui soit géographiquement repérable dans l'atelier sans intervention des opérateurs, comme un émetteur. Il faudrait dans ce cas associer une fréquence d'émission à chaque lot. Le problème du volume des informations à traiter ne peut donc être tout à fait résolu simplement à ce stade car il faut définir précisément les caractéristiques du marqueur, chiffrer le coût de leur mise en place et évaluer la durée de retour sur investissement.

Il ne peut d'ailleurs être résolu indépendamment du problème relatif à liberté décisionnelle. En effet, les enjeux des décisions prises pour lever cette contradiction sont importants. Supprimer la marge de manœuvre des opérateurs oblige à mettre en place un dispositif de planification des trajets, capable d'anticiper l'ensemble des perturbations possibles de manière suffisamment efficace. Ceci impose d'enregistrer les flux réels, pour avoir une base de planification réaliste. Au contraire, continuer à ne pas planifier les flux dans l'atelier et laisser aux opérateurs toute leur marge de manœuvre revient à accepter les limites d'une telle organisation. Celle-ci repose sur des opérateurs expérimentés ayant une parfaite connaissance des références et n'est envisageable que pour un volume de production et une taille de parc machine réduite.

De plus, les données à manipuler sont, dans ces deux scenarii, très différentes. Dans le premier cas, il s'agit surtout de données prévisionnelles relatifs à la planification de trajet qui ne nécessitent pas de remonter des informations sur la position réelle. Au contraire, dans le deuxième cas, il s'agit essentiellement de manipuler des données de suivi qu'il faut donc créer.

Cette première phase de caractérisation de projet met en avant les enjeux non négligeables d'un projet qui pouvait à premier abord sembler anodin. Dans la suite il s'agit de développer avec soin les aspects volume et liberté décisionnelle. De plus, les premières pistes de solutions sont identifiées et peuvent être étudiées finement dans la suite de l'étude.

6.2.2 Identification des architectures extrêmes

L'identification des architectures extrêmes se base sur la caractérisation du projet en termes de contradictions avérées et sur le principe d'intensification. Rappelons que si une

contradiction est avérée deux architectures extrêmes sont envisageables : l'une privilégiant totalement l'aspect collectif, et l'autre l'aspect individuel. Pour deux contradictions, comme cela est le cas dans notre étude, quatre architectures cibles sont envisageables. Elles correspondent à la combinaison de deux choix extrêmes (collectif, individuel) pour deux problèmes différents (volume et liberté décisionnelle).

6.2.2.1 Intensification « élémentaire » des contradictions avérées

- *Contradiction relative au volume*

Pour la contradiction relative au volume des informations, l'intensification du niveau individuel implique de diminuer le plus possible le volume d'information. Cette diminution concerne les informations mises à disposition de chacun mais aussi celles mémorisées pour le suivi. Cette intensification conduit à ne traiter que des informations relatives aux trajets prévisionnels des lots dans l'atelier. C'est en effet le minimum pour permettre aux opérateurs de choisir un trajet, et au responsable d'atelier de réduire sa zone de recherche.

Privilégier le niveau collectif revient au contraire à diffuser un maximum d'informations sur les trajets prévus (la gamme prévisionnelle), et à suivre le plus finement possible le trajet des lots dans l'atelier. Pour les opérateurs, cela pourrait se traduire par l'impression sur les fiches de lot, des gammes prévisionnelles des différentes pièces à fabriquer. Pour le responsable d'atelier, cela se traduirait par la connaissance à chaque instant de la localisation réelle des différents lots dans l'atelier.

- *Contradiction relative à la liberté décisionnelle*

Pour la contradiction relative à la liberté décisionnelle, favoriser le point de vue individuel revient à réduire au maximum la liberté décisionnelle des opérateurs. En d'autres termes, l'ensemble des informations mises à disposition constituent des ordres. Dans ce cadre, il est uniquement permis au personnel d'exécuter les trajets prévisionnels issus d'une planification fine du passage dans l'atelier de l'ensemble des lots. Ainsi, l'affectation des lots aux machines est connue par avance et doit être respectée à la lettre. Le responsable d'atelier connaît a priori le trajet réel de l'ensemble des lots présents dans l'atelier.

Au contraire, l'intensification du niveau collectif implique d'augmenter la liberté décisionnelle du personnel dans l'atelier. A l'extrême, cela signifie que les personnes peuvent utiliser toute gamme de fabrication permettant de réaliser les différents lots sans en rendre compte à personne. En d'autres termes, il n'existe aucune contrainte d'affectation des lots aux machines.

L'intensification « élémentaire » des deux contradictions avérées est présentée dans le tableau 6.2.

Contradiction avérée	Intensification « individuel »	Intensification « collectif »
Liberté décisionnelle (LD)	Diminuer la liberté décisionnelle **(LD -)** : planifier la production et n'offrir aucune modification de planification	Augmenter la liberté décisionnelle **(LD +)** : ne pas planifier la production (liberté totale d'organisation)
Volume (V)	Diminuer le volume d'information **(V -)** : ne diffuser ni remonter les informations de suivi	Augmenter le volume des informations **(V+)** : diffuser et remonter les informations du suivi

Tableau 6.2 : Intensification « élémentaire » des deux contradictions avérées (Goepp *et al.*, 2003c)

En combinant deux à deux les orientations du tableau 2, on peut imaginer quatre (2^2) architectures extrêmes (cf. tableau 6.3).

6.2.2.2 Architecture 1 : « V = individuel, LD = collectif »

L'architecture « volume=individuel, liberté décisionnelle=collectif », que nous appellerons architecture 1, doit diminuer le volume des informations et augmenter la liberté décisionnelle. Cette architecture correspond à peu de choses près à la situation actuelle. En effet, le personnel a totale liberté pour organiser son travail. L'organisation de la production repose sur des opérateurs ayant une parfaite connaissance des références. Ce sont eux qui dispatchent les lots sur les différentes machines en fonction de leur charge. De plus, le personnel ne dispose que d'informations commerciales (n° client, n° commandes) peu utiles à l'usinage des pièces. Le suivi de la fabrication des lots dans l'atelier est, quant à lui, quasi inexistant puisque seul le passage au conditionnement est pointé.

6.2.2.3 Architecture 2 : « V = individuel, LD = individuel »

L'architecture « volume=individuel, liberté décisionnelle=individuel », appelée architecture 2, doit diminuer le volume d'informations et la liberté décisionnelle.

Cela signifie que le volume d'informations mis à disposition et mémorisé pour le suivi est quasi nul. De même pour la liberté décisionnelle des opérateurs n'ont plus aucune marge de manœuvre pour entre autres équilibrer les charges sur les machines.

Cette situation correspond à une architecture où l'ensemble des trajets des produits est planifié finement, et ces prévisions transmises et appliquées sans modifications possibles. Dans ce cas, l'organisation de la production ne repose plus sur les opérateurs qui n'ont plus qu'à exécuter la planification préconisée. Ainsi, les informations à fournir pour le suivi ne sont pas nécessaires (donc inexistantes) puisque la traçabilité est obtenue par l'intermédiaire de la planification.

6.2.2.4 Architecture 3 : « V = collectif, LD = collectif »

L'architecture « volume=collectif, liberté décisionnelle=collectif », appelée architecture 3, doit augmenter le volume d'information et la liberté décisionnelle. Cette situation correspond à une architecture dans laquelle le personnel a toute liberté de choix dans l'organisation du travail mais doit fournir des informations de suivi les plus fines possibles. En exploitant les solutions partielles identifiées dans la phase précédente, cela peut se traduire par la mise en place, pour les centres d'usinage CN, d'une remontée en automatique des différents états d'usinage de chaque produit.

Pour les machines conventionnelles, cette solution n'est pas envisageable. Cependant, cela revient, à « repérer » chaque lot de produits le plus finement possible c'est-à-dire presque à chaque instant ou du moins à chaque phase d'usinage. Si nous considérons que l'organisation de l'atelier est identique à l'organisation existante c'est-à-dire en îlots de machines du même type. Une phase d'usinage peut être décomposée de la manière suivante :

- Arrivée dans la zone d'attente de l'îlot
- Sortie de la zone d'attente de l'îlot
- Arrivée dans la zone de travail (une des machines de l'îlot)
- Début d'usinage
- Fin d'usinage
- Sortie zone de travail.

La décomposition d'une phase d'usinage peut être représentée schématiquement de la manière suivante (cf. figure 6.4). En d'autres termes, le passage d'un lot dans un îlot peut être repéré par six événements différents (les éclairs sur la figure). En effet, les lots arrivent dans une zone d'attente îlot avant d'être dispatché sur les machines. Le transfert vers chaque machine ne se fait pas lot par lot mais peut en comporter plusieurs. Il faut donc distinguer l'arrivée sur la machine (zone de travail) du début d'usinage. Le même raisonnement s'applique pour la fin d'usinage et le transfert vers l'îlot suivant.

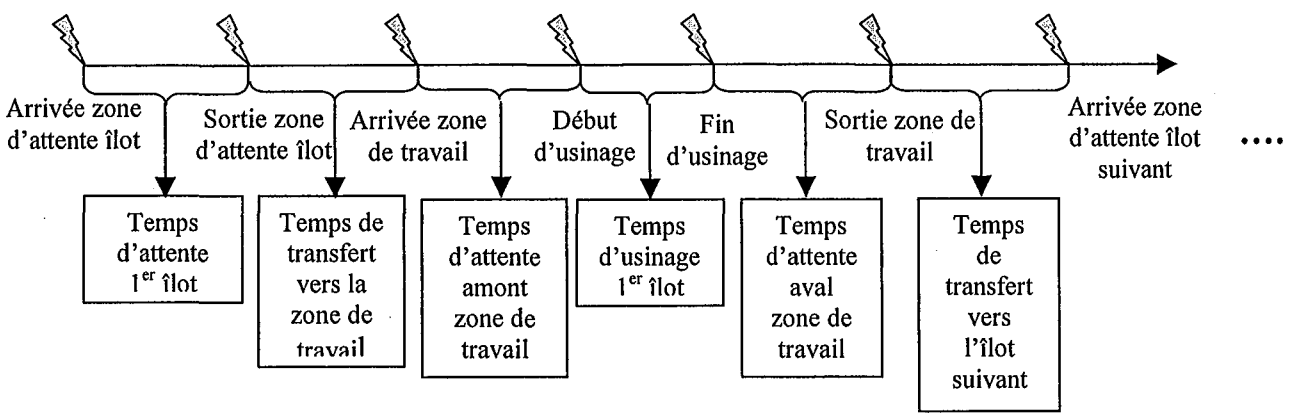


Figure 6.4 : Décomposition des différentes étapes d'usinage

Ainsi, le suivi le plus détaillé pourrait, par exemple, être réalisé avec un marquage code-barres et des lectures aux points des passage suivants : à l'entrée de la zone d'attente d'îlot, à la

sortie de la zone d'attente d'îlot, à l'entrée de la zone de travail, au début d'usinage, à la fin d'usinage et à la sortie de la zone de travail et ainsi de suite pour chaque lot et chaque machine de chaque îlot. Cela permettrait de localiser précisément chaque lot en distinguant les temps d'attente îlot des temps d'attente amont zone de travail. Nous pouvons noter que, pour un même lot, il n'est pas fait de différence entre les pièces usinées et les pièces non usinées. Cette situation est liée à l'entité suivie au sein de l'atelier : le lot et non chaque pièce individuellement. La réalisation effective de tous ces pointages impliquerait la mise en place d'un lecteur code-barres par zone d'attente et par machine soit près d'une centaine de lecteurs.

6.2.2.5 Architecture 4 : « V = collectif, LD = individuel »

L'architecture « volume=collectif, liberté décisionnelle=individuel», appelée architecture 4, doit augmenter le volume d'information et diminuer la liberté décisionnelle. Cela correspond à la mise en place d'une planification des trajets à suivre impérativement, tout en remontant des informations liées à la localisation des lots. Cette remontée se ferait comme expliqué précédemment de manière automatique pour les centres d'usinage CN ou à l'aide de lecteur à codes-barre pour les machines conventionnelles.

6.2.2.6 Synthèse et première analyse des architectures extrêmes

Les quatre architectures extrêmes, dont une synthèse est donnée dans le tabelau 6.3, ont été proposées au cours de différentes réunions au responsable d'atelier. Leur caractère extrême a eu pour effet de donner rapidement les directions à étudier plus finement. Ainsi, les architectures 1 et 4 ont été éliminées d'emblée. En effet, la première correspond à la situation existante qui n'est plus adaptée à la situation actuelle. La seconde est, quant à elle, inutile puisqu'elle correspond à une double traçabilité réelle et prévisionnelle qui doivent parfaitement coïncider car la liberté décisionnelle est nulle. Pour les deux architectures restantes, la suite de l'étude a consisté à les faire converger vers l'architecture solution.

Architecture	Intensifications correspondantes	Description
Architecture 1	V- et LD +	Situation actuelle : liberté totale d'organisation, aucune diffusion ni remontée d'information de suivi
Architecture 2	V - et LD -	Planification de la production sans diffusion ni remontée d'information de suivi
Architecture 3	V + et LD +	Liberté d'organisation avec diffusion et remontée d'information de suivi
Architecture 4	V + et LD -	Planification de la production avec diffusion et remontée d'information de suivi

Tableau 6.3 : Synthèse des quatre architectures extrêmes (Goepp et al., 2003c)

6.2.3 Des architectures extrêmes à une architecture cible

Les architectures précédentes obtenues par l'utilisation du principe d'intensification ne peuvent constituer des architectures cibles réelles. Il est donc nécessaire de faire converger ces premières architectures vers une architecture réelle. Pour ce faire nous exploitons la vision « multi-écrans » en replaçant les objectifs du SI par rapport aux technologies et aux objectifs de l'entreprise actuels, à court/moyen et long terme. En effet, le choix entre une architecture de types 2 ou 3 diffèrent notamment quant aux choix stratégiques auxquels elles correspondent. Les architectures de types 1 et 4 ne sont prises en compte ici puisque éliminées d'emblée.

La structure de la vision multi-écrans à compléter au cours de cette phase pour déterminer l'architecture cible est représentée sur la figure 6.5. Il s'agit pour déterminer l'architecture cible (écran architecture SI à court/moyen terme) prendre en compte les objectifs de l'entreprise et l'évolution de la structure de l'atelier de production. En effet, l'identification des architectures extrêmes montre la dépendance architecture SI / types de machines dans l'atelier.

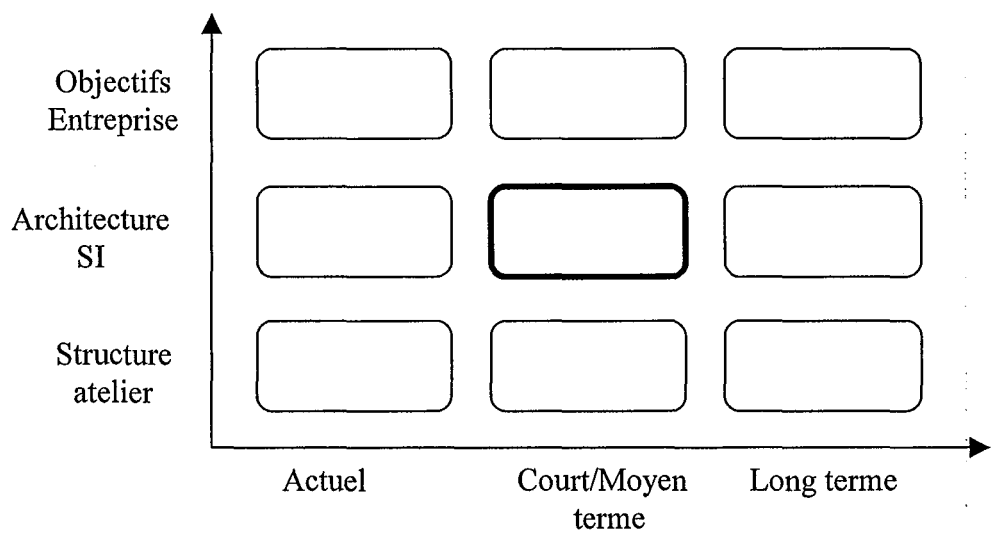


Figure 6.5 :Structure de la « vision multi-écrans » mise en œuvre

6.2.4 Identification de la stratégie de l'entreprise

L'analyse de l'existant permet de compléter les « écrans » relatifs à l'horizon temporel « actuel ». A l'heure actuelle le respect des délais de livraison se base une liberté totale d'organisation. Au niveau du SI, le suivi est quasi inexistant. La structure de l'atelier est une structure en îlots de machines conventionnelles et de centres d'usinage à commande numérique.

A long terme les objectifs de l'entreprise sont une réduction des délais de production et donc de livraison. L'atteinte de ces objectifs passe par la mise en place d'une planification de la production. Au niveau de l'atelier, cette mise en place implique de réduire sensiblement la liberté décisionnelle des opérateurs, sans les surcharger de saisies relatives au suivi des flux. Ceci passe à moyen terme par la mise en place d'un suivi suffisant pour mémoriser une image réelle des flux. Au niveau architecture SI cela signifie la mise en place d'une architecture de type 3 puis à terme de type 2. A court-terme une architecture de type 3 est d'autant plus nécessaire qu'à l'heure actuelle le suivi est quasi-inexistant.

En d'autres termes, il s'agit de préparer la diminution de la liberté décisionnelle en intégrant dans l'architecture cible la définition, et la mise à disposition des opérateurs, de trajets indicatifs. Au cours du suivi, ces indications pourront être comparées au trajet réel des lots dans l'atelier. Cela permet une montée en compétence pour la détermination des gammes, nécessaires à la mise en place d'un module de gestion de production avec planification.

La figure 6.6 donne l'état de la vision « multi-écrans » après détermination des objectifs de l'entreprise. Les différentes flèches mettent en évidence les liens entre écrans et leurs impacts sur la définition de l'architecture cible. Ainsi, les objectifs à long terme contraignent les objectifs à court/moyen terme (flèche 1) ainsi que l'architecture de SI à long terme (flèche 2). Les objectifs de l'entreprise court/moyen terme ainsi que les architectures du SI à l'heure actuelle et à long terme contraignent l'architecture du SI à court/moyen terme (flèches 3 et 4). Les objectifs de l'entreprise à long terme ont donc une influence indirecte sur l'architecture cible.

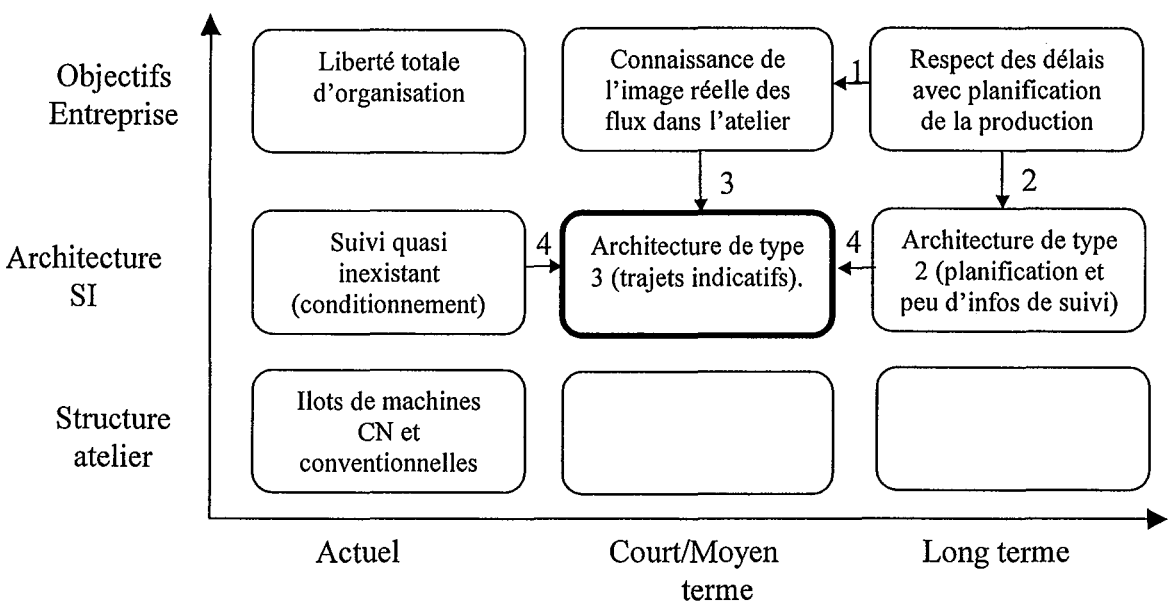


Figure 6.6 : Vision « multi-écrans » après détermination des objectifs stratégiques

6.2.5 Identification de la stratégie technologique

La détermination de l'architecture cible passe par la prise en compte des objectifs de l'entreprise (niveau super-système) mais aussi de l'évolution technologique de l'atelier (niveau sous-système). Il apparaît que les machines conventionnelles vont disparaître progressivement au profit des centres d'usinage à commande numérique. Cela suppose, comme nous allons le voir des modalités de suivi différentes pour chaque type de machines.

6.2.5.1 Machines conventionnelles

La disparition progressive des machines conventionnelles implique, d'un point du suivi, de développer un suivi avec intervention minimale des opérateurs juste suffisant pour mémoriser les trajets réels. De plus, la réalisation de l'architecture ne doit pas correspondre à des investissements financiers trop important puisqu'il est non pérenne à long terme.

Cela suppose, par rapport à l'architecture extrême 3, de diminuer le nombre de lecteurs codes-barres et de pointages. En effet, une centaine de lecteurs et six pointages pour chaque machine et chaque lot n'est pas pertinent.

A partir de l'architecture extrême il faut donc déterminer les modalités de suivi (localisation des lecteurs codes-barres, nombre de codes barres, instants de pointage, ...). La déclinaison de l'architecture extrême 3 en un certain nombre d'architectures plus réalistes est intéressante car elle offre un support de discussion en cours de réunion. La détermination des modalités de suivi consiste essentiellement à définir la maille de suivi et les instants de pointage.

Pour ce qui est de la maille de suivi un regroupement des machines en « îlots de suivi » a été préconisé. Ce regroupement correspond aux grands types d'opérations que subissent les pièces en cours de fabrication. Ainsi, quatre îlots de suivi ont été définis, à savoir :

- Tournage extérieur
- Fraisage traditionnel
- Finition
- Reprise bi-métal

La définition de l'architecture extrême a mis en avant six possibilités de pointages différents (cf. figure 6.4). Ce nombre de pointages peut être diminué en faisant un certain nombre d'hypothèses et en menant une réflexion sur les objectifs à atteindre.

Ainsi, si on considère les temps de transfert négligeables la sortie de la zone d'attente îlot peut être assimilée à l'arrivée dans la zone de travail. De même, l'arrivée dans la zone d'attente îlot peut être assimilée la sortie de la zone de travail de l'îlot précédent. Il n'est donc pas nécessaire de faire un pointage à l'entrée et à la sortie d'un îlot donné. Seul un des pointages est suffisant. D'un point de vue suivi un pointage à l'entrée dans l'îlot est préférable. En effet,

en ayant à disposition la donnée suivante : « le lot est arrivé dans la zone d'attente d'un îlot donné » la probabilité d'ambiguïté de localisation est plus faible que pour un pointage en sortie puisqu'il ne concerne que le transfert vers un autre îlot qui n'est a priori pas connu. Le choix entre la sortie de la zone d'attente et l'arrivée dans la zone de travail dépend, comme nous allons le voir, de l'architecture choisie. Cette première hypothèse permet de passer de six pointages à quatre pointages dont un est déjà connu. La figure 6.7 illustre l'hypothèse prise. En gras se trouve l'événement pointé, en italique se trouve les événements équivalents, parmi lesquels il faudra choisir.

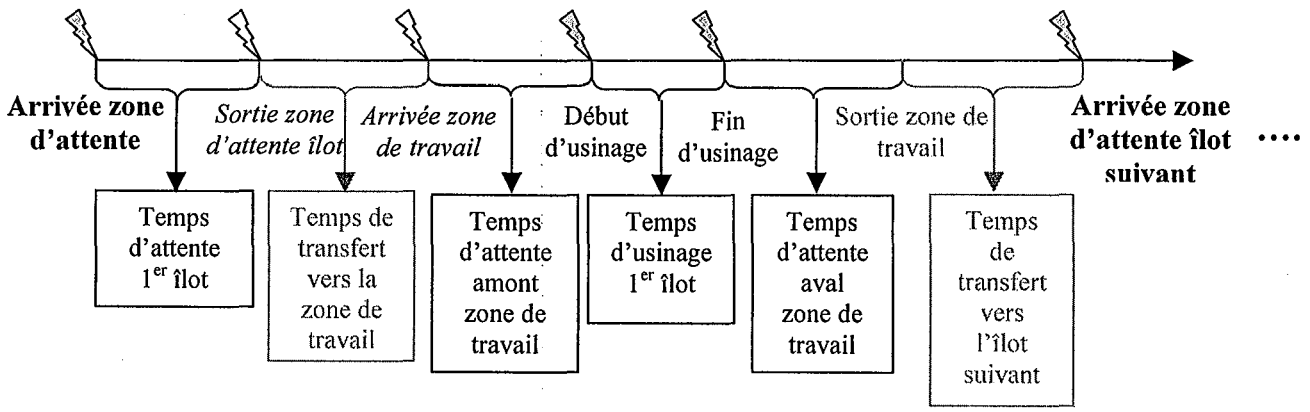


Figure 6.7 : Non prise en compte des temps de transfert

La prise en compte de l'évolution technologique de l'atelier de production permet d'éliminer les pointages en début et fin d'usinage. En effet, ces pointages permettent essentiellement de déterminer la durée d'usinage d'un lot donné. La connaissance de cette durée n'a pas d'intérêt pour le suivi. Compte tenu de la disparition de ces machines, la connaissance de ces temps d'usinage pour la mise en place, à long terme, de la planification ne se justifie pas. Comme le montre la figure 6.8, si les pointages en début et fin d'usinage sont supprimés, il n'y a plus distinction entre les temps d'usinage, le temps d'attente zone de travail amont et les temps d'attente zone de travail aval.

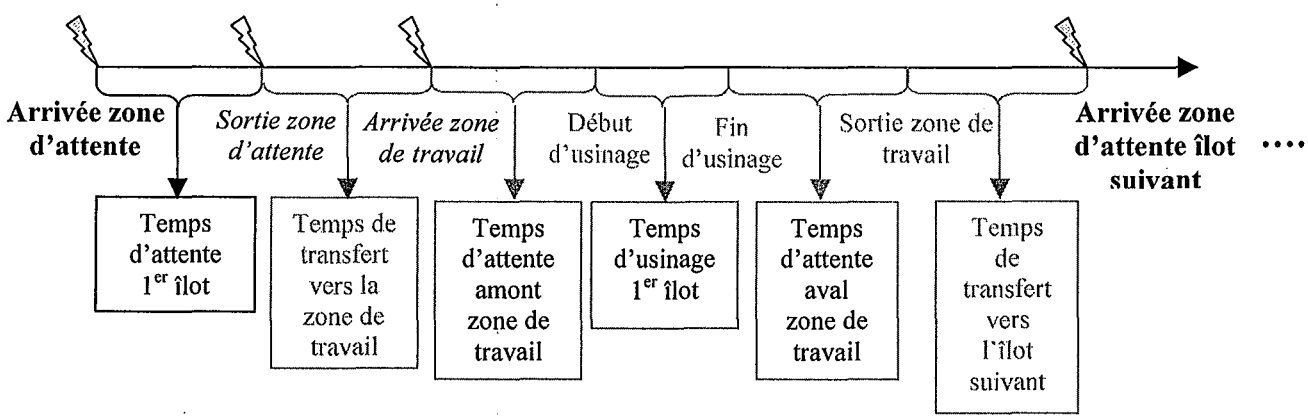


Figure 6.8 : Non prise en compte des temps d'usinage

Ainsi, il ne reste plus qu'à étudier les différentes possibilités d'architectures en prenant un compte les pointages des événements « sortie zone d'attente îlot », « arrivée zone de travail ». Dans ce cadre trois organisations peuvent être proposées selon que l'on choisisse un des deux pointages (jugés équivalent) ou qu'on le supprime.

- Organisation n°1 :

L'organisation du suivi dans l'atelier traditionnel serait la suivante :

- 1 point de « pointage » à l'arrivée de la zone d'attente îlot

Dans ce cas, les données remontées sont les suivantes :

- le lot est dans l'îlot ou en en transfert vers l'îlot suivant
- une durée globale correspondant à la fois aux temps d'attente (îlot et sur la zone de travail) et d'usinage du lot dans l'îlot ainsi qu'à son temps de transfert vers l'îlot suivant

L'exploitation des données permettrait de déterminer une charge globale d'îlot sans faire la distinction entre les machines, ni même entre les temps d'attente et d'usinage.

L'architecture correspondante comporte 1 lecteur code-barres par îlot et 1 scannage de la fiche de lot par îlot.

- Organisation n°2 :

L'organisation du suivi dans l'atelier traditionnel serait la suivante :

- 1 point de « pointage » à l'arrivée dans la zone d'attente îlot
- 1 point de « pointage » à la sortie de la zone d'attente îlot

Dans ce cas, les données remontées sont les suivantes :

- le lot est en attente dans l'îlot
- le lot est en cours d'usinage dans l'îlot ou en en transfert vers l'îlot suivant
- le temps d'attente du lot dans chaque îlot
- une durée globale correspondant au temps d'usinage du lot dans l'îlot, aux temps d'attente sur la machine ainsi qu'à son temps de transfert vers l'îlot suivant

Ici, l'exploitation des données permettrait de déterminer une charge d'îlot en faisant la différence entre temps d'attente et d'usinage. L'analyse serait donc plus fine et intéressante si les temps d'attentes dans un même îlot sont très différents d'un lot à l'autre.

L'architecture correspondante comporte 1 lecteur codes-barres par îlot et 2 scannages par fiche de lot et par îlot.

- Organisation n°3 :

L'organisation du suivi dans l'atelier traditionnel serait la suivante :

- 1 point de « pointage » à l'arrivée dans la zone d'attente îlot
- 1 point de « pointage » à l'arrivée dans chaque zone de travail

Dans ce cas, les données remontées sont les suivantes :

- le lot est en attente dans l'îlot
- le lot est en cours d'usinage sur la machine X de l'îlot ou en en transfert vers l'îlot suivant
- le temps d'attente du lot dans chaque îlot
- une durée globale correspondant au temps d'usinage du lot dans l'îlot, aux temps d'attente sur chaque machine ainsi qu'à son temps de transfert vers l'îlot suivant

Cette organisation permettrait d'obtenir les résultats les plus fins en termes de localisation des lots dans l'atelier. En effet, il est possible de faire la distinction entre la zone d'attente d'îlot et chaque machine.

Les architectures correspondantes sont les suivantes :

- 1 lecteur codes-barres par îlot et 1 lecteur codes barres par machine et 2 scannages par fiche de lots à des endroits différents
- 1 lecteur codes barres par îlot et 3 scannages: 1 scannage de la fiche de lot à l'arrivée dans la zone d'attente de l'îlot puis un double scannage de la fiche de lot et du code de la machine où aura lieu l'usinage.

- Synthèse :

L'organisation de suivi choisie est l'organisation n°3 avec l'architecture comportant trois scannages. Dans ce cadre, par rapport à l'architecture extrême, le nombre de lecteurs codes-barres passe de 100 à 4 et la maille de suivi reste celle de la machine puisqu'un codes-barres est associé à chaque machine. Pour la diminution des pointages, la sortie d'une zone de travail a été assimilée à l'entrée dans la zone d'attente de l'îlot suivant et les temps d'attente amont et aval de la zone machine ne sont pas pris en compte. Cela n'est pas très gênant car l'essentiel de l'attente a lieu sur la zone d'attente îlot et non sur la zone de travail.

6.2.5.2 Centres d'usinage CN

Pour les centres d'usinage le suivi doit être développé plus finement qu'au niveau des machines conventionnelles. En effet, ce suivi fin est pérenne à long terme. Ici, la remontée d'information de manière automatique a été retenue. Le choix de l'architecture finale dépend

des informations de suivi à remonter. De même que précédemment, l'architecture extrême 3 peut être déclinée de manière à déterminer une architecture cible.

Pour ce faire, il s'agit de déterminer les données de suivi à remonter. Différentes configurations sont envisageables : détection du téléchargement du programme, détection du début et de la fin du programme ou du sous-programme d'usinage de chaque pièce de chaque lot, détection de la fin du programme. Le principe de travail est identique à celui mené pour machines conventionnelles il n'est donc pas détaillé ici. Ces configurations dépendent entre autres des objectifs poursuivis à long terme.

Ici, contrairement aux machines conventionnelles, un suivi de chaque pièce est envisageable. En effet, il est possible de détecter le début et la fin d'exécution des programmes et sous-programmes d'usinage. Ces événements correspondent à l'usinage d'une pièce d'un lot donné. Cependant, le trajet d'une pièce est dépendante de celle du lot. D'un point de vue localisation, il n'y a que peu d'intérêt de différencier, à un instant donné, pour un lot donné, les pièces qui sont usinées et celles qui ne le sont pas. En effet, le transfert d'une machine à une autre ne se fait que par lot.

D'un point de vue traçabilité cette configuration n'apporte rien. C'est dans ce cadre qu'interviennent les objectifs de l'entreprise et l'évolution de la structure de l'atelier à long terme. En effet, à long terme l'atelier de production sera constitué uniquement de centres d'usinages à commande numérique et l'organisation de l'atelier sera finement planifiée. Ainsi, la prise en compte de ces objectifs implique d'enregistrer le début et la fin de chaque phase d'usinage de chaque produit. Cela permet de déterminer les temps de fabrication de chaque type pièce et ainsi préparer la planification.

La figure 6.9 montre les liens entre les objectifs au niveau de la structure d'atelier et l'architecture cible choisie. En effet, la disparition progressive des machines traditionnelles au profit des centres d'usinage (flèche 5) a pour impact (flèche 6) la définition d'un suivi fin des pièces usinées sur commandes numérique.

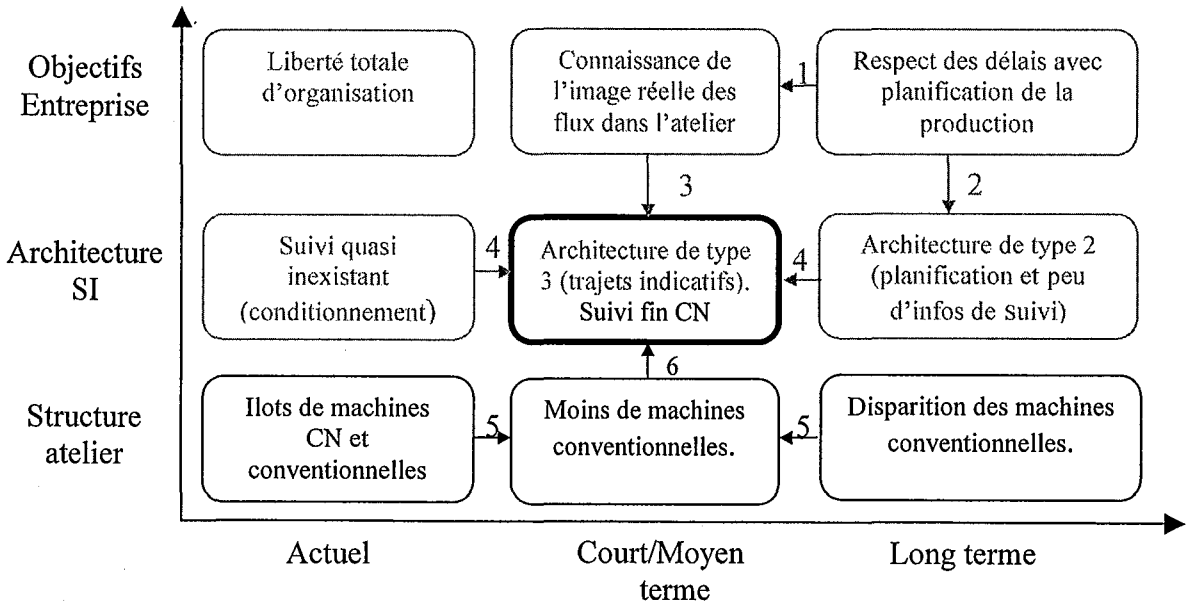


Figure 6.9 : Vision « multi-écrans » après détermination de la stratégie technologique

6.2.6 Synthèse du choix de l'architecture cible

L'analyse à travers la vision « multi-écrans » oblige à formuler les objectifs de l'entreprise à différents horizons temporels. Le couplage de cette analyse avec les architectures correspondantes offre un support de travail efficace. L'architecture cible proposée prend en compte ces objectifs et l'évolution technologique de l'atelier. Cela a un impact sur l'architecture cible retenue.

D'une part, elle comporte une dimension mémorisation de trajets pour préparer la planification : les gamme-mères (en fait des macro-gammes, car elles décrivent l'enchaînement des îlots) sont mises à disposition des opérateurs à titre indicatif sur les fiches d'usinage. D'autre part, le niveau de suivi est adapté à l'évolution technologique de l'outil de production. Au niveau des centres d'usinage CN, le suivi est plus fin qu'au niveau des machines conventionnelles.

Ces éléments d'architecture permettent de cadrer, comme nous allons le voir, la phase de spécifications du SI.

6.3 Spécifications du SI

Les éléments d'architecture décrits précédemment correspondent à la mise en place d'une base de données de suivi et de mémorisation de trajets. Cette base est couplée à différents modules de traitement des informations remontées. La méthode Merise a été utilisée pour

réaliser les spécifications détaillées de l'ensemble. Pour la validation de ces spécifications nous avons utilisé les objectifs formulés (par rapport au volume, à la liberté décisionnelle) de manière à déployer de manière cohérente la stratégie au niveau du SI.

6.3.1 Architecture du SI à mettre en place

Le logiciel à mettre en place comporte plusieurs modules, à savoir :

- Une base de données de suivi, interfacée pour une partie des données avec la base de données existante
- Un module de suivi pour l'atelier conventionnel comprenant le traitement du suivi à partir de la lecture des codes barres
- Un module de suivi pour l'atelier CN comprenant un poste de génération de programmes avec son IHM (Interface Homme Machine), la lecture/écriture vers les CN, la vérification des états des CN, le traitement du suivi (l'intérêt de cette évolution mineure du SI est apparue en cours d'étude mais ne constitue pas le cœur du problème : le modèle conceptuel correspondant est donné en annexe 1)
- Un module de mise à jour du suivi à partir du traitement de suivi CN et conventionnel
- Un module d'exploitation des données avec son IHM
- Un ensemble de modules de gestion de l'ensemble comme la mise à jour manuelle, l'administration des données et la génération des fiches de lots. Les éléments à inclure dans le module d'administration des données sont décrits partiellement à chaque étape du cahier des charges.

Le développement de l'ensemble des modules relatifs aux machines à commande numérique (à partir la mise à jour du suivi atelier CN) sera confié au fournisseur des différentes machines à commandes numériques. Le reste du développement est confié à une société extérieure.

L'ensemble des interactions entre la base de données et les modules, ainsi que les échanges entre les modules, sont représentés sur la figure 6.10.

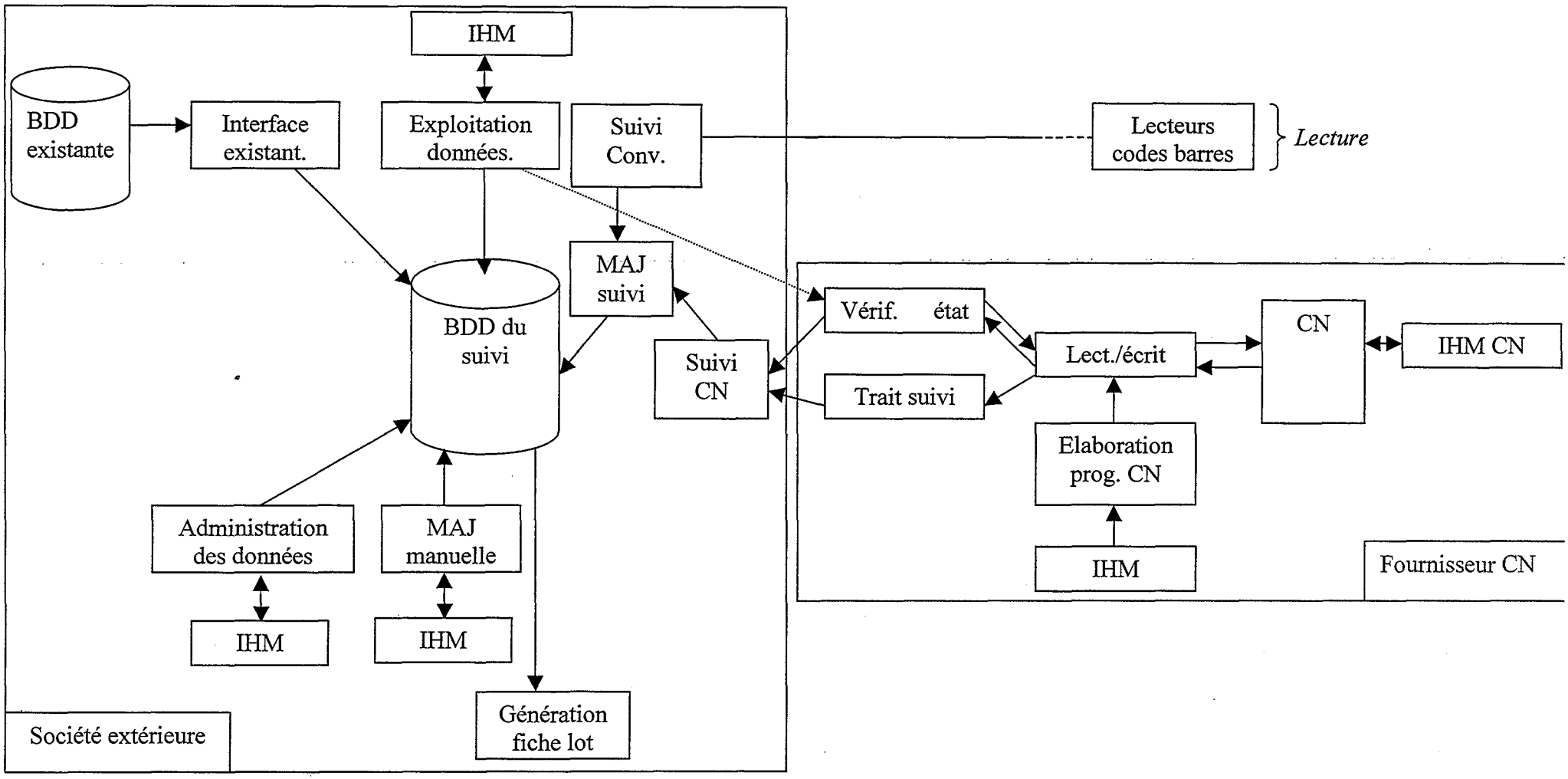


Figure 6.10 : Schéma de l'architecture du suivi de pièce dans l'atelier

6.3.2 Modèle conceptuel des données

La structure de la base de données de suivi est donnée par le modèle entité/association représenté en figure 6.11.

Le principe de suivi des pièces, identique pour les machines conventionnelles et les centres d'usinage, consiste à localiser un lot dans une zone donnée. Chaque zone (exemple : zone d'attente en entrée de l'îlot fraisage conventionnel, ou zone machine d'une commande numérique) appartient à un lieu, qui regroupe un ensemble de zones où le type d'opérations effectuées est identique. De plus, les zones sont classées en types de zones. La structure des données reflète l'organisation dans l'atelier.

Les événements correspondent à l'arrivée dans une zone et permettent de localiser un lot donné. Les événements répertoriés sont ceux qui sont gérés dans le suivi, c'est-à-dire l'arrivée dans les zones d'attente îlot, l'arrivée sur les zones machines.

Seules les données d'arrivée dans une zone sont gérées. Pour faciliter le suivi, la notion de « famille de gammes » est utilisée. La famille de gamme est le critère de regroupement des lots. En fait, une famille de gammes est un ensemble de pièces qui passent par les mêmes lieux, dans le même ordre.

Nous donnons dans le tableau 6.4 les valeurs à mémoriser dans la base de données de suivi lors de son paramétrage pour l'entité « Lieux ». Les valeurs des entités « Type de zone », « Zone », « Evènement », « Famille de gamme », « Etat de suivi », « Degré de confiance » et « enchaîne » sont donnés en annexe 2. De même en annexe 3 se trouve le schéma relationnel déduite du modèle conceptuel des données de la figure 6.11.

Lieu ***(liste complète)***

Code lieu	Nom lieu
99	îlot vide
0	îlot mise à grandeur
1	îlot mise sur fiche de lot traditionnel
2	îlot mise sur fiche de lot CN
3	îlot tournage extérieur
4	îlot finition
5	îlot reprise bi-métal
6	îlot fraisage
7	îlot contrôle qualité
8	îlot traitement de surface
9	îlot conditionnement
10	îlot fraisage CN
11	îlot tournage CN
12	îlot CU

Tableau 6.4 : Liste complète des lieux

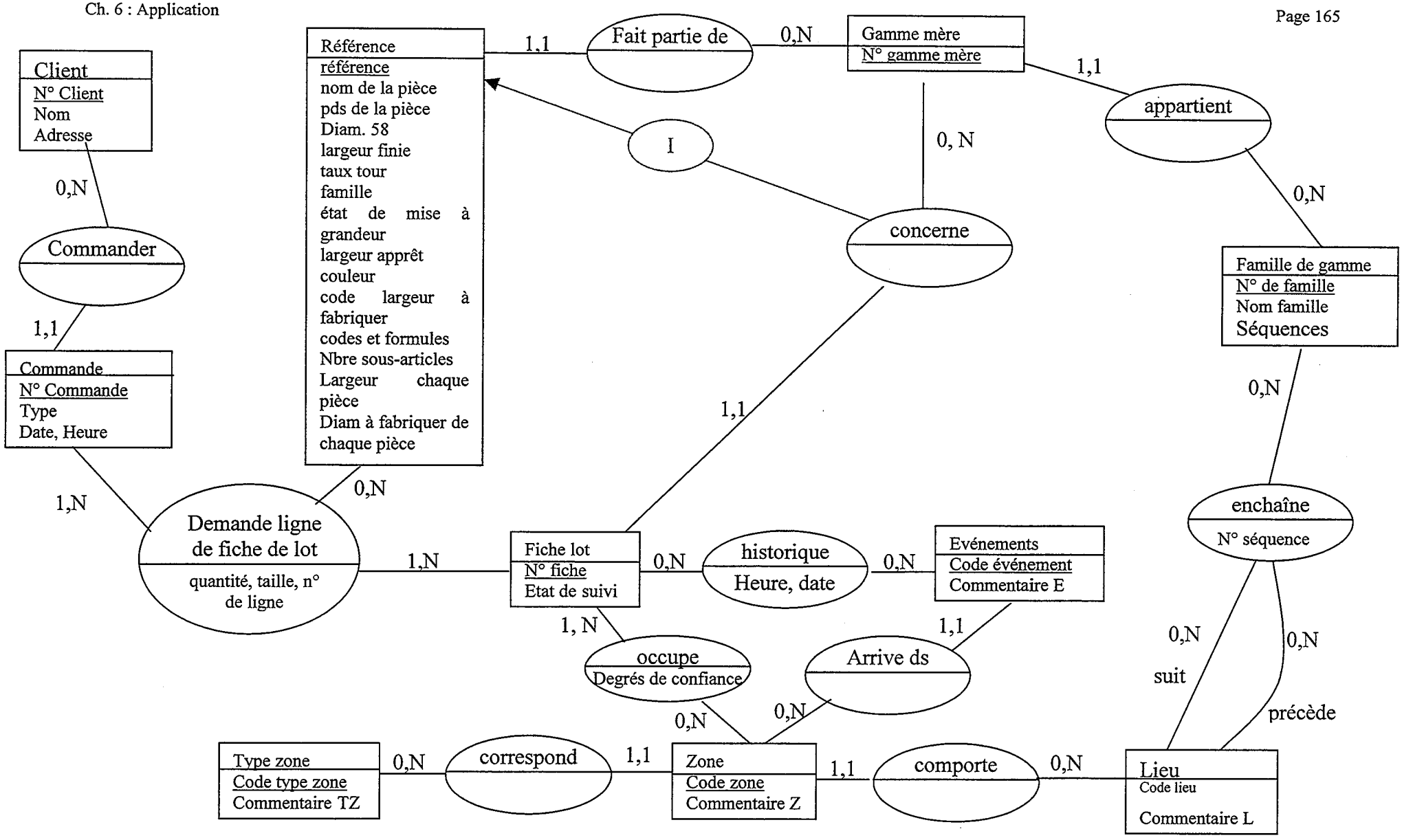


Figure 6.11 : MCD Base de données de suivi

6.3.3 Modèles de traitements

Les différents modules de l'application de suivi ont été décrits à l'aide des modèles organisationnels des traitements.

Les modèles concerne la définition des modules suivants :

- L'interface avec la base de données existantes (création des données de suivi, récupération des données)
- Génération des fiches de lots
- L'initialisation du suivi
- La mise à jour du suivi
- Le suivi au niveau des machines conventionnelles
- L'élaboration des programmes d'usinage (évolution mineure décidée en cours d'étude)
- Le suivi d'exécution des programmes d'usinage (suivi machines à commande numérique)
- L'exploitation des données(proposition de plusieurs requêtes du type : localisation d'une fiche à partir de son numéro, ...)
- La génération et la suppression de sous-fiches (cas particulier du fractionnement d'un lot, non détaillé dans cette présentation)

Nous détaillons ici la mise du suivi c'est-à-dire la mise à jour (cf. figure 6.12), les autres modèles sont donnés en annexe 4.

La difficulté de la mise à jour du suivi réside dans les différences de précision entre la maille de suivi (zone) et les macros-gammes (enchaînement de lieux). En effet, le suivi doit permettre de localiser rapidement un lot dans l'atelier mais aussi de comparer les trajets réels des pièces aux trajets prévisionnels. Or, les trajets prévisionnels correspondent aux macros-gammes relatives aux différents numéros de gamme mère. Elles sont utilisées pour comparer les trajets prévisionnels et les trajets réels. Pour faire cette comparaison il est donc nécessaire pour un événement donné de détecter le changement de lieu. C'est pour cela que le lieu correspondant à la zone occupée par le lot avant la demande de traitement est enregistré (lieu N-1). Ensuite l'événement reçu est enregistré puis analysé. Ici, deux traitements complémentaires sont effectués de manière à assurer les liens avec le système de suivi existant (enregistrement du passage au conditionnement et au contrôle qualité).

Ensuite, la zone occupée par le lot est mise à jour par la zone correspondant à l'événement reçu. C'est ici qu'il y a comparaison entre le lieu de la nouvelle zone et le lieu de la zone précédente. Si les deux lieux diffèrent, il s'agit de comparer la séquence à la séquence théorique. Si les deux séquences ne correspondent pas cela sera signalé lors de l'exploitation des données par un état de suivi « circuit alternatif utilisé ».

La dernière partie du traitement permet de clore le suivi pour les lots qui vont quitter l'atelier après le conditionnement. Cependant, avant de mettre l'état du lot à « suivi fini » il faut enregistrer l'état de suivi pour l'exploitation des données.

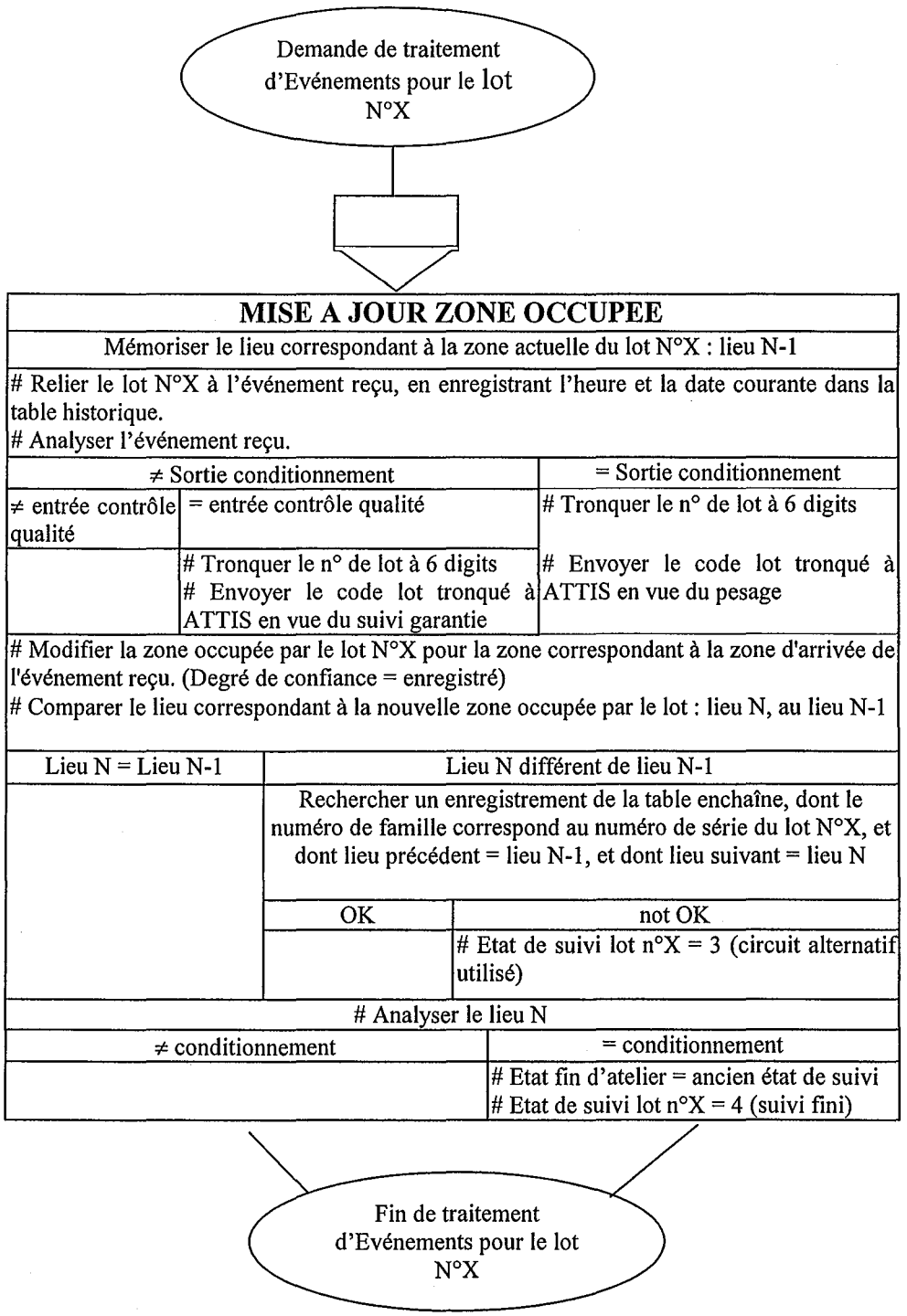


Figure 6.12 : MOT mise à jour zone

L'analyse de ce modèle de traitement montre que l'ensemble des spécifications ont été faites en tenant compte du cadrage effectué lors de l'identification de l'architecture cible. En effet,

si les trajets réels et prévisionnels ne correspondent pas, il n'y a pas d'affichage de messages aux opérateurs pour leur indiquer que la zone occupée n'est pas la zone prévue. Ici, il n'y a que préparation de la planification. Les opérateurs conservent pour l'instant leur liberté d'organisation de la production.

Chapitre 7 : Conclusion, perspectives

Pour comprendre la problématique du développement des SI, puis proposer une contribution permettant d'aider à y répondre, il a été nécessaire d'analyser finement ce processus de développement, puis les techniques de contingence qui s'y rapportent. Ce travail, indispensable, a permis d'orienter les objectifs de l'application des concepts d'OTSM-TRIZ au développement des SI. Cette application, pour être menée de manière rigoureuse, a imposé d'exploiter les connaissances théoriques relatives au concept même d'information issues de la sémiotique. Le premier résultat : les trois contradictions d'évolution génériques relatives aux développement des SI, si ce résultat est de formulation relativement simple, est un concentré de la problématique de développement d'un SI. Le traitement, et l'analyse a postériori, d'un certain nombre de cas d'études nous permettent de proposer un premier cadre d'application de ces résultats. Il illustre la manière d'utiliser les contradictions pour rendre plus fiable la caractérisation d'un projet nécessaire pour appliquer les techniques de contingence existantes. Cependant, deux perspectives complémentaires ont été entrevues.

La première perspective est une réflexion sur l'évolution des modes de contingence, et plus particulièrement du séquencement des modes composés. L'état de l'art et l'analyse du chapitre 3 montrent que la tendance des recherches actuelles est de développer les modes composés puisqu'ils permettent une prise en compte globale des aspects méthodes et projet du processus de développement de SI. Le mode composé exploité classiquement est celui qui, à partir, d'une caractérisation SI et projet propose un séquencement projet. Ce séquencement projet est ensuite utilisé pour cadrer de manière plus ou moins précise les méthodes à mettre en œuvre. Ce mode de contingence se base donc sur une classification des méthodes selon leur utilisation potentielle à certaines phases du cycle de vie. La contingence passe par la construction d'un lien entre les tâches du projet et les méthodes.

Or, l'analyse des graphes de contingence que nous proposons (cf tableau 3.23 page 88) montre que les approches existantes n'exploitent pas certains modes composés. Cela est le cas du mode de contingence qui part d'une caractérisation du SI vers les méthodes à mettre en œuvre et qui à partir de l'adaptation de ce niveau débouche vers un séquencement projet adapté. La figure 7.1 montre le « graphe de contingence » correspondant.

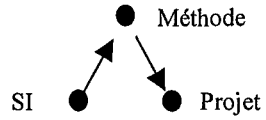


Figure 7.1 : « Graphe de contingence » d'un mode inexploité

La mise en œuvre de ce mode composé implique d'utiliser un autre critère de classification des méthodes que les phases du cycle de vie du projet où potentiellement elles sont applicables. Les contradictions d'évolution des SI pourraient constituer un tel critère de classification. Ces contradictions permettraient d'étudier les méthodes selon le point de vue des problèmes qu'elles peuvent potentiellement résoudre. De manière plus précise l'adaptation se ferait ainsi dans l'ordre suivant :

- identification des points durs qui resteront sous-jacents tout au long du processus de développement ;
- sélection des méthodes en fonction des points durs identifiés ;
- puis insertion des fragments de méthodes dans une activité particulière du projet.

Ce changement potentiel dans les mécanismes de contingence ouvre de nouveaux horizons comme la définition de classes de problèmes pertinentes pour classifier les méthodes ou encore l'évaluation de la performance des méthodes par rapport à ces classes.

Il est par exemple évident que la méthode GRAI propose un outil de modélisation support au traitement des contradictions relatives à la liberté décisionnelle. Au travers du travail de construction et de validation des grilles, la spécification des centres et des cadres de décisions permet de déterminer le niveau de liberté décisionnelle à laisser à chaque acteur du SI pour obtenir un fonctionnement harmonieux du système. Les problèmes de spécificités et de volume des données ne sont par contre pas au cœur de cette méthode.

De la même manière, il est manifeste que la mise en œuvre de la méthode Merise conduira forcément à traiter en détail l'aspect volume de données à prendre en compte dans le SI, notamment lors de la phase de validation des modèles externes de données associés à chaque opération de traitement. Par contre, du point de vue de la spécificité des données, MERISE peut pré-orienter l'analyste vers une solution privilégiant le niveau collectif du SI, s'il considère que l'épuration du dictionnaire des données jusqu'au minimum de données à manipuler est une qualité intrinsèque du SI. L'impact des décisions relatives à la liberté décisionnelle apparaît bien entendu dans les modèles de communication et de traitement, mais ce n'est pas le cœur de l'étude.

On voit donc se dessiner un critère d'aptitude des méthodes, ou plus précisément de fragments de méthodes, à fournir un support adapté pour résoudre une des contradictions d'évolution des SI. Une ébauche de la gradation de ce critère pourrait être :

- Méthode centrée sur le traitement de la contradiction,
- Méthode permettant de visualiser les choix effectués dans le domaine de la contradiction,
- Méthode déconnectée de la contradiction.

Notons qu'avec cette approche, l'identité de performance de certaines parties de la méthode par rapport aux contradictions d'évolution peut devenir un critère de délimitation des fragments homogènes de cette méthode.

A partir de cette ébauche, où les fragments de méthodes sont évalués individuellement, on peut imaginer de sélectionner un ensemble complet de fragments de méthodes qui soit adapté au traitement d'un profil de projet (la liste exhaustive des profils de projet possibles est résumée dans le tableau 5.2, page 122) Cette sélection pourrait se faire en combinant le critère que nous venons d'esquisser (adéquation du fragment avec le problème) et des critères relatifs aux contraintes d'assemblage sur les fragments de méthode, issus de l'ingéniérie des méthodes.

La seconde perspective est celle d'une confrontation plus large des concepts d'OTSM-TRIZ avec les connaissances relatives au développement des SI. En effet, OTSM-TRIZ et bien sûr la TRIZ, proposent dans d'autres domaines à la fois des stratégies de contournement des contradictions qui visent entre autres à éviter la mise en place d'un mauvais compromis, et des lois générales d'évolution qui visent à éviter de développer des voies de solutions sans issues. Les connaissances déjà formalisées dans OTSM-TRIZ doivent probablement permettre de rendre les démarches de construction, mais surtout d'audit de modèles plus performantes. Inversement, le savoir faire contenu dans les méthodes d'ingéniérie des SI existantes peut contribuer à enrichir l'effort de synthèse sur les techniques de résolution de problème auxquels s'attache OTSM-TRIZ.

Références bibliographiques

AFITEP. (1996). *Dictionnaire de management de projet 3ème édition*, AFNOR, Paris.

AFITEP. (2001). *Le management de projet : Principes et pratique*, AFNOR, Paris.

Alexander, C., S. Ishikawa and M. Siverstein. (1979). *A patron language*, Oxford University Press.

Alter, S. (1999). A general, yet useful theory of information systems, In: *Communication of the Association for Information Systems*, Vol. 1.13.

Altshuller, G. S. (1988). *Creativity as an exact science*, Gordon and Breach, New York.

AMICE. (1993). *CIMOSA : Open Systems Architecture for CIM*, 2ème Edition, Springer-Verlag, Berlin.

Avison, D. E. and G. Fitzgerald. (2000). *Information systems development : Methodologies, Techniques and Tools*, 2nd Edition, Mac Graw Hill.

Avison, D. E. and H. Shah. (1997). *The information systems development life cycle : A first course in information systems*, Mc Graw Hill, Berkshire.

Barron Terence, M., H. L. Chiang Roger and C. Storey Veda. (1999). A semiotics framework for information systems classification and development, In: *Decision Support Systems*, Vol. 25.1, pp. 1-17.

Blanchard, B. S. (1998). *Engineering Management*, Ed. John Wiley & Sons, New-York.

Boehm, B. W. (1987). Software process management : lesseons learned from history, *International Conference on Software Engineering, IEEE*, Monterey.

Brinkkemper, S. (1996). Method engineering: engineering of information systems development methods and tools, In: *Information and Software Technology*, Vol. 38.4, pp. 275-280.

Brinkkemper, S., M. Saeki and F. Harmsen. (1999). Meta-modelling based assembly techniques for situational method engineering, In: *Information Systems*, Vol. 24.3, pp. 209-228.

Brovits, I. and S. Neumann. (1979). *Computer systems performance evaluation*, Heath, Lexington.

Burns, R. N. and A. R. Dennis. (1985). Selecting the appropriate application development methodology, In: *Data Base*, Vol. 17.1, pp. 19-23.

Cauvet, C. and C. Rosenthal-Sabroux. (2001). *Ingénierie des Systèmes d'information*, Hermès.

Cazaubon, C., G. Gramacia and G. Massard. (1997). *Management de projet technique : Méthodes et outils*, Ellipses, Paris.

CEN TC 310/WG 1. (1990). *ENV 40 003 : Computer-Integrated Manufacturing Systems Architecture. Framework for Enterprise Modeling*, CEN/CENELEC, Bruxelles.

Chen, P. (1976). The entity-relationship model - toward an unified view of data, In: *Communication of the ACM Transactions on Database systems*, Vol. 1.1.

Chvidenko, I. and J. Chevallier. (1991). *Gestion des grands projets*, Cépadues, Paris.

Clancy, T. (2003) "Chaos." The Standish Group International, Inc.

Commission Centrale des Marchés. (1996a) "Euromethod, Annexes Version 1." Euromethod Project Paris, France.

Commission Centrale des Marchés. (1996b) "Euromethod, dictionary Version 1." Euromethod Project Paris, France.

Commission Centrale des Marchés. (1996c) "Euromethod, User Book Version 1." Euromethod Project France, Paris.

Davis, G. B. (1982). Strategies for information requirements determination, In: *IBM Systems Journal*, Vol. 21.1, pp. 4-30.

Davis, G. B. and M. H. Olson. (1985). *Management information systems : conceptual foundations structure, and development*, Mc Graw Hill, New-York.

Davis, M. H., J. Olson, J.-L. Ajenstat and J.-L. Peaucelle. (1985). *Systèmes d'information pour le management*, Economica.

Deleone, W. H. and E. R. McLean. (1992). Information systems success : the quest for the dependent variable, In: *Information Systems Research*, Vol. 3, pp. 60-95.

Deneckère, R. (2002). Garantir la complétude des cartes de patrons à l'aide de méta-patrons, *XXème Congrès Informatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision - INFORSID'2002*, Nantes, 259-272.

Descartes, R. (1824). *Discours de la méthode*, Victor Cousin, Paris.

Doll, W. J. and G. Torkzadeh. (1988). The measurement of end-user computing satisfaction, In: *MIS Quarterly*.12, pp. 259-274.

Doumeingts, G., B. Vallespir, M. Zanettin and D. Chen. (1992) "GIM, GRAI Integrated Methodology - a methodology for designing CIM systems, Version 1.0 Rapport technique." LAP/GRAI, Université de Bordeaux I, France.

GALASCI. (1984). *Les systèmes d'information - analyse et conception*, Dunod Informatique, Paris.

Geldermann, M. (1998). The relation between user satisfaction, usage and information systems and performance, In: *Information & Management*, Vol. 34.1, pp. 11-18.

General Directive. (1997) "Life Cycle Process Model." V-Model - Development Standard for IT-Systems of the Federal Republic of Germany.

General Directive. (1997) "Method Allocation." V-Model - Development Standard for IT-Systems of the Federal Republic of Germany.

Goepp, V. and F. Kiefer. (2003a). Proposition d'une grille d'analyse des processus contingents et modulaires en conception de systèmes d'information, *5ème Congrès International de Génie Industriel - GI'03*, Ville de Québec, Canada.

Goepp, V. and F. Kiefer. (2003b). Towards the formalization of a key-problem framework in information system development, *International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS'03*, Angers, France.

Goepp, V. and F. Kiefer. (2003c). Une démarche de conception de système d'information par l'identification des problèmes clés : application au suivi de pièces en atelier de production mécanique, In: *La Cible*.99 A paraître en décembre.

Goepp, V., F. Kiefer and R. De Guio. (2001). Key-concepts in information system design, *CPI'01*, Fez, Morocco.

Goepp, V., F. Kiefer and N. Khomenko. (2003d). OTSM-TRIZ : le chaînon manquant des processus contingents et modulaires en conception de systèmes d'information ?, *5ème Congrès International de Génie Industriel - GI'03*, Ville de Québec, Canada.

Gorry, G. A. and M. S. Scott Morton. (1971). A framework for management information systems, In: *Sloan Management Review*, Vol. 13.1, pp. 55-70.

Gzara, L. (2000). *Les patterns pour l'ingénierie des systèmes d'information produit*, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble.

Gzara, L., D. Rieu and M. Tollenaere. (2000). Patterns approach to product information system, In: *Requirements Engineering Journal,*, Vol. 5.3, pp. 157-179.

Han, P. (1996). *Une méthode d'analyse et de conception des SI : propositions et expérimentations*, Université de Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.

Heo, J. and I. Han. (2003). Performance measure in information systems (IS) in evolving computing environments : an empirical investigation, In: *Information & Management*.40, pp. 243-256.

Heym, M. and H. Österlé. (1993). Computer aided methodology engineering, In: *Information and Software Technology*, Vol. 35.6/7, pp. 345-354.

Hirschheim, R. A., H. Klein and K. Lyytinen. (1995). *Information systems development and data modeling : Conceptual and philosophical foundations*, Cambridge University Press.

Hofstede, A. H. M. t. and H. A. Proper. (1998). How to formalize it ? Formalization principles for information system development methods, In: *Information and Software Technology*, Vol. 40.10, pp. 519-540.

Hofstede, A. H. M. t. and T. F. Verhoef. (1997). On the feasibility of situational method engineering, In: *Information Systems*, Vol. 22.6-7, pp. 401-422.

Hugues, J., B. Leblanc and C. Morley. (2000). *UML pour l'analyse d'un système d'information. Le cahier des charges du maître d'ouvrage.*, Dunod, Paris.

IFAC-IFIP Task force. (1997). *GERAM : Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology, Version 1.4*, ISO TC184/SC 5/WG 1, N398.

Igabaria, M. and M. Tan. (1997). The consequences of information technology acceptance on subsequent individual performance, In: *Information & Management*, Vol. 32.3, pp. 113-121.

Kettani, N., D. Mignet and C. Rosenthal-Sabroux. (1998). *De Merise à UML*, Editions Eyrolles, Paris.

Khomenko, N. and D. Kucharavy. (2002). OTSM-TRIZ Problem solving process : Solutions and their classification, *Etria World Conference - TRIZ Future 2002*, Strasbourg, France.

Kiefer, F., A. Michez, C. Le Guirrec and J.-M. Gazzo. (1995). Les enjeux de la conception des systèmes intégrés de production, *Premier Congrès International Franco-Québécois de Génie Industriel*, Montréal, Québec.

Kim, K. K. (1990). Task characteristics, decentralization, and the sucess of hospital information systems, In: *Information & Management*, Vol. 19.2.

Le Petit Robert 1. (1988). *Dictionnaire de la Langue Française*.

Lemoigne, J.-L. (1990). *Modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris.

Lemoigne, J.-L. (1994). *La théorie du système général, théorie de la modélisation*, 4ème Edition, Presses universitaires de France.

Lissargue, J. (1981). *Qu'est-ce que le P.E.R.T ?*, Dunod, Paris.

Liu, K. (2000). *Semiotics in information systems development*, Cambridge University Press, Cambridge.

Loeckmann, P. C. (1989). Object-oriented information management, In: *Decision Support Systems*.5.

Lorino, P. (1998). *Méthodes et pratiques de la performace : Le guide du pilotage*, Les Editions d'Organisation, Paris.

Marciniak, R. (1996). Management des projets informatiques : complexité et gestion des conflits, In: *Système d'information et management*, Vol. 1.1.

Marciniak, R. and F. Rowe. (1997). *Systèmes d'information, dynamique et organisation*, Ecomonica, Paris, France.

Martin, J. (1984). *An information system manifest*, Prentice Hall International, Grande Bretagne.

Mason, R. and I. Mitrof. (1973). Reversing the logic, The information research challenge, Harvard Business Scholl Press.

MCCracken, D. D. and M. A. Jacskon. (1982). Life cycle concept considered harmful, In: *ACM Software Engineering*, Vol. 7.2.

Mélèse, J. (1979). *Approche systémique des organisations*, Dunod, Paris.

Mintzberg, H. (2001). *Structure et dynamique des organisations*, 14ème Edition, Les Editions d'Organisation, Paris.

Morin, E. (1977). *La Méthode, Tome 1, La nature de la nature*, Editions du Seuil, Paris.

Morley, C. (1996). *Gestion d'un projet système d'information : principes, techniques et mise en œuvre*, Masson, Paris, France.

Morley, C. (1998). La gestion des risques dans les projets système d'information, In: *La Cible*.

Morley, C. (1999). L'analyse a priori d'un projet système d'information, *Colloque AIM*, Paris, France.

Morley, C. (2000). Gestion de projet mieux piloter la complexité, In: *L'Informatique Professionnelle.*

Morris, C. W. (1946). *Signs, language and behaviour*, Prentice-Hall, New-York.

Nanci, D., B. Espinasse, B. Cohen and H. Heckenroth. (1992). *Ingénierie des systèmes d'information avec Merise - Vers une deuxième génération*, Sybex, Paris, France.

Naumann, J. D. and G. B. Davis. (1978). A contingency theory to select an information requirements determination methodology, *Second Software Life Cycle Management Workshop, IEEE*, New-York.

Nauta, D. (1972). *The meaning of information*, Mouton.

Nonaka, I. and H. Takeuchi. (1997). *La connaissance créatrice : la dynamique de l'entreprise apprenante*, De Boeck Université.

Österlé, H., W. Brenner and H. H. (1993). *Total Information Systems Management*, T. Willey and sons.

Peaucelle, J.-L. (1981). *Les systèmes d'information : la représentation*, Presses Universitaires de France, Paris.

Poggiolo, P. (1976). *Pratique de la méthode P.E.R.T*, Les Editions d'Organisation, Paris.

Punter, T. and K. Lemmen. (1996). The MEMA-model: towards a new approach for Method Engineering, In: *Information and Software Technology*, Vol. 38.4, pp. 295-305.

Ralyté, J. (2001a). *Ingénierie des méthodes à base de composants*, Université Paris I - Sorbonne, Paris, France.

Ralyté, J. (2001b). Vue stratégique sur l'ingénierie des méthodes, *INFORSID 2001*, Genève, 43-66.

Reix, R. (1995). Savoir tacite et savoir formalisé dans l'entreprise, In: *Revue française de gestion.*

Reix, R. (2000). *Système d'information et management des organisations*, Vuibert, Paris.

Reix, R. and F. Rowe. (2002). La recherche en systèmes d'information : de l'histoire au concept, Faire de la recherche en systèmes d'information, Vuibert - FNEGE, Paris.

Rieu, D. (1999). *Ingénierie des Systèmes d'Information*, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble.

Rolland, C. (1996). L'ingénierie des processus de développement de systèmes : un cadre de référence, In: *Revue Ingénierie des Systèmes d'Information*, Vol. 4.6.

Rolland, C., O. Foucault and G. Benci. (1988). *Conception des systèmes d'information : la méthode REMORA*, Editions Eyrolles, Paris.

Royce, W. W. (1970). Managing the devlopement of large software systems : concepts and techniques, *Proceedings WESCON.*

Scott, J. E. (1995). The measurement of information systems effectiveness : evaluating a measuring instrument, In: *Database Advances*, Vol. 26.1, pp. 43-58.

Seddon, P. and M. Y. Kiew. (1994). A partial test of the DeLeone and McLean model of IS success, *International Conference on Information Systems*, Vancouver, Canade, 99-110.

Senn, J. A. (1982). *Information Systems in Management*, Wadsworth Publishing Company.

Simon, H. A. (1983). *Administration et Processus de Decision.*, Economica, Paris.

Stamper, R. (1973). *Information in business : principle, pratices and oppurnities*, C. Tinling, London.

Stamper, R., K. Liu, M. Hafkamp and Y. Ades. (2000). Understanding the roles of signs and norms in organizations-a semiotic approach to information systems design, In: *Behaviour and Information Technology*, Vol. 19.1, pp. 15-27.

Tardieu, H., A. Rosfeld and R. Coletti. (1989). *La Méthode Merise - Tome 1 : Principes et outils*, Les éditions d'organisation, Paris, France.

Tardieu, H., A. Rosfeld and R. Coletti. (1991). *La Méthode Merise - Tome 2 : Démarche et pratique*, Les éditions d'organisation, Paris, France.

Tessier, C. (1995). *La pratique des méthodes en informatique de gestion*, Les Editions d'Organisation, Paris.

Tolvanen, J.-P. (1998). *Incremental method engineering with modeling tools : theoretical principles and empirical evidence*, University of Jyväskylä.

van Slooten, K. and S. Brinkkemper. (1993). Method Engineering Approach to Information Systems Development, *IFIP WG 8.1.*

van Slooten, K. and B. Schoonhoven. (1996). Contingent Information Systems Development, In: *Journal of Systems and Software*, Vol. 33.2, pp. 153-161.

Vernadat, F. B. (1996). *Enterprise Modeling and Integration : Principles and Applications*, Chapman & Hall, London.

Vernadat, F. B. (1999). *Techniques de Modélisation en Entreprise : Applications aux Processus Opérationnels*, Economica, Paris.

Welke, R. J. and K. Kumar. (1992). Method engineering : a proposal for situation specific methodology constrcution, Challenges and Strategies for Research in Systems Development, W.W. Cottermann and J.A. Senn (eds), Wiley, Chichester, UK.

Whitten, J. L., L. D. Bently and K. C. Dittmann. (2001). *Systems analysis and design methods*, 5th Edition, MC Graw Hill.

Williams, T. J. (1992). *The Purdue Enterprise Reference Architecture*, Instrument Society of Americe, Research triangle Park, NC.

Williams, T. M. (1999). The need for new paradigms for complex projects, In: *International Journal of Project Management*, Vol. 17.5, pp. 269-273.

Yutah, K. and M. M. Eining. (1995). An experimental evaluation of measurements of information system effectiveness, In: *Journal of Information systems*, Vol. 9.2, pp. 69-84.

Zhu, Z. (2001). Towards an integrating program for information systems design: an Oriental case, In: *International Journal of Information Management*, Vol. 21.1, pp. 69-90.

Zhu, Z. (2002). Evaluating contingency approaches to information systems design, In: *International Journal of Information Management*, Vol. 22.5, pp. 343-356.

Listes des tableaux et figures

9.1 Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Les 5 dimensions du processus de développement 22
Tableau 2.2 : « Les différents modèles de développement » (Marciniak et al., 1997) 34
Tableau 2.3 : Tableau des techniques d'estimation 36
Tableau 3.1: Dimension adaptée par les approches contingentes de développement de système d'information 44
Tableau 3.2: Combinaison des états initiaux et finaux d'adaptation de système d'information (Commission Centrale des Marchés, 1996c) 52
Tableau 3.3: Structure des facteurs situationnels dans Eurométhode 53
Tableau 3.4 : Exemple de facteurs situationnels du domaine cible (système d'information et système informatique) (Commission Centrale des Marchés, 1996c) 54
Tableau 3.5 : Fiche descriptive du facteur situationnel « compétence des acteurs du système d'information » (Commission Centrale des Marchés, 1996a) 55
Tableau 3.6 : Options de stratégie de développement selon Eurométhode 56
Tableau 3.7 : Lien général complexité/incertitude globales avec approches de construction et d'installation (Commission Centrale des Marchés, 1996c) 57
Tableau 3.8 : Lien détaillé facteurs situationnels / stratégies de développement (Commission Centrale des Marchés, 1996c) 58
Tableau 3.9 : Bilan de l'approche Eurométhode 60
Tableau 3.10 : Classes de projet de V-Model 65
Tableau 3.11 : Cadre de tailoring pour une classe de projet donnée 66
Tableau 3.12 : Exemple de tailoring avec conditions de suppression 67
Tableau 3.13 : Format de la table d'allocation de méthodes dans V-Model 70
Tableau 3.14 : Synthèse de l'approche V-Model 71
Tableau 3.15 : Modes de défaillance du scénario d'adaptation opérationnelle (Kiefer et al., 1995) 73
Tableau 3.16 : Synthèse adéquation méthodes / scénarios pour chaque interlocuteur (Kiefer et al., 1995) 74
Tableau 3.17 : Bilan de l'approche Kiefer 75
Tableau 3.18 : Lien risque / stratégie de développement (réalisé à partir de (Morley, 1998)) 77
Tableau 3.19 : Bilan de l'approche Morley 77
Tableau 3.20 : Comparaison grille d'analyse Morley 2 et facteurs situationnels Eurométhode 81
Tableau 3.21 : Synthèse de l'approche de Van Slooten 86
Tableau 3.22 : Bilan de l'approche WSR 90
Tableau 3.23 : Application de la grille de lecture aux processus contingents étudiés (Goepp et al., 2003a) 93
Tableau 4.1 : Correspondance entre les différentes branches de la sémiotique 112
Tableau 4.2 : Différentes catégories de mesure de la performance d'un SI 117
Tableau 4.3 : Autres mesures de la performance d'un SI 118
Tableau 5.1 : Description des éléments des classes de péremption 124

Tableau 5.2 : Différentes situations projets en fonction de la typologie des contradictions avérées 126
Tableau 5.3 : Intensification des contradictions d'évolution 131
Tableau 5.4 : Typologie d'architectures extrêmes lorsque deux contradictions sont avérées 131
Tableau 5.5 : Typologie des architectures pour trois contradictions avérées 132
Tableau 5.6 : Synthèse des intensifications « élémentaires » 133
Tableau 5.7 : Description des architectures extrêmes (cas d'étude classes de péremption) .. 134
Tableau 5.8 : Etapes de la démarche et principes exploités 136
Tableau 6.1 : Analyse des données des différentes fiches de lots 146
Tableau 6.2 : Intensification « élémentaire » des deux contradictions avérées (Goepp *et al.*, 2003c) 151
Tableau 6.3 : Synthèse des quatre architectures extrêmes (Goepp et al., 2003c) 153
Tableau 6.4 : Liste complète des lieux 164

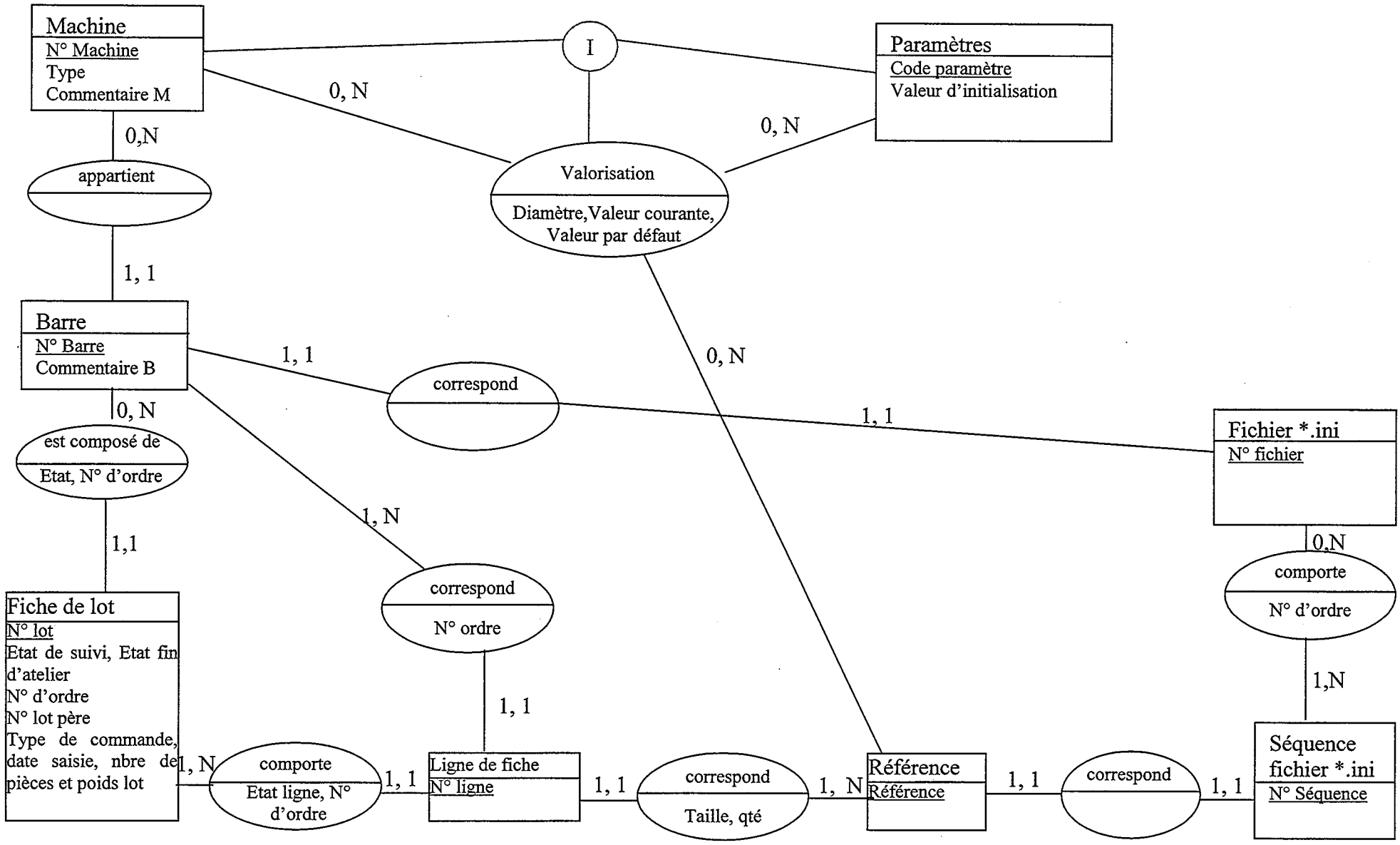
9.2 Liste des figures

Figure 2.1 : Tâches, phases et étapes 20
Figure 2.2 : La conception du système d'information selon une approche par les besoins (Tessier, 1995) 25
Figure 2.3 : La conception du système d'information selon une approche modélisatrice (Tessier, 1995) 27
Figure 2.4 : Le triangle gestion de projet (Morley, 1996) 27
Figure 2.5 : Découpage temporel d'un projet (Morley, 1996) 29
Figure 2.6 : Découpage structurel d'un projet (Morley, 1996) 29
Figure 2.7 : Découpage PBS simplifié 29
Figure 2.8 : Découpage WBS simplifié 30
Figure 2.9 : Découpage OBS simplifié 31
Figure 2.10 : Schéma général de fonctionnement des techniques d'estimation 35
Figure 2.11 : Les deux techniques de planification de projet 36
Figure 2.12 : Exemple d'organisation d'un projet (Morley, 1996) 39
Figure 3.1 : Sources potentielles pour la construction de méthodes 45
Figure 3.2 : Différentes manières de construire des modèles de méthodes 46
Figure 3.3 : Du modèle de méthode à son intégration au cours du projet 47
Figure 3.4 : Exemple de patron proposé par Gzara (Gzara, 2000) 49
Figure 3.5 : Les niveaux et sous-modèles de V-Modèle (General Directive 250, 1997) 61
Figure 3.6 : Liens entres les quatre sous-modèles de V-modèle (General Directive 250, 1997) 62
Figure 3.7 : Exemple de description d'une activité du modèle de processus (General Directive 250, 1997) 63
Figure 3.8 : Lien entre les deux formes de tailoring 68
Figure 3.9 : Lien entre méthode basique et méthode complexe 69
Figure 3.10 : Adaptation opérationnelle (Kiefer et al., 1995) 73
Figure 3.11 : Exemple de profil de risque d'un projet (Morley, 1998) 76
Figure 3.12 : Structure de la grille d'analyse a priori d'un projet système d'information 79
Figure 3.13 : Démarche de configuration de scénarios de projet (van Slooten *et al.*, 1993) ... 83
Figure 3.14 : Exemple de remplissage de grille de lecture des fragments de méthodes (van Slooten et al., 1993) 85
Figure 3.15 : Significations des concepts Wuli, Shili et Renli (Zhu, 2001) 87
Figure 3.16 : Modèle en spirale de l'approche WSR (Zhu, 2001) 89
Figure 3.17 Les différents éléments de description des processus contingents dans le domaine du développement des systèmes d'information 92
Figure 4.1 : Contradiction d'évolution 99
Figure 4.2 : Contradiction organisationnelle 99
Figure 4.3 : Contradiction entre éléments du système 99
Figure 4.4 : Contradiction de paramètre 99
Figure 4.5 : Principe de convergence 100
Figure 4.6 : Etapes du processus de résolution de problème selon OTSM-TRIZ 101
Figure 4.7 : Vision « multi-écrans » 102
Figure 4.8 : Principe d'intégration des solutions partielles 103
Figure 4.9 : Contradiction d'évolution et SI (Goepp et al., 2003d) 104
Figure 4.10 : Cadre d'analyse sémiotique étendu traduit de (Liu, 2000) 111
Figure 4.11 : Les modes d'interdépendances (Reix, 2000) 115

Figure 4.12 : Lien satisfaction utilisateur / usage et impact individuel : Un modèle en réseau monologique (Igabaria et al., 1997) 118
Figure 4.13 : Liens sémiotique, fonctions du SI et élément caractéristique 121
Figure 5.1 : Architecture cible et vision « multi-écrans » 135
Figure 6.1 : Grandes étapes de traitement de commande 139
Figure 6.2 : Description de la démarche projet 143
Figure 6.3 : Lien n° commande / n° fiche de lot 144
Figure 6.4 : Décomposition des différentes étapes d'usinage 152
Figure 6.5 :Structure de la « vision multi-écrans » mise en œuvre 154
Figure 6.6 : Vision « multi-écrans » après détermination des objectifs stratégiques 155
Figure 6.7 : Non prise en compte des temps de transfert 157
Figure 6.8 : Non prise en compte des temps d'usinage 157
Figure 6.9 : Vision « multi-écrans » après détermination de la stratégie technologique 161
Figure 6.10 : Schéma de l'architecture du suivi de pièce dans l'atelier 163
Figure 6.11 : MCD Base de données de suivi 165
Figure 6.12 : MOT mise à jour zone 167
Figure 7.1 : « Graphe de contingence » d'un mode inexploité 171

Annexes

10.1 Annexe 1 : modèle conceptuel des données suiviCN


Machine
N° Machine
Type
Commentaire M
I
Paramètres
Code paramètre
Valeur d'initialisation
0, N
0,N
appartient
Valorisation
Diamètre,Valeur courante,
Valeur par défaut
0, N
1, 1
Barre
N° Barre
Commentaire B
1, 1
correspond
0, N
1, 1
Fichier *.ini
N° fichier
0, N
est composé de
Etat, N° d'ordre
1, N
0,N
comporte
N° d'ordre
1,1
correspond
N° ordre
Fiche de lot
N° lot
Etat de suivi, Etat fin d'atelier
N° d'ordre
N° lot père
Type de commande, date saisie, nbre de pièces et poids lot
1, 1
1,N
1, N
comporte
Etat ligne, N° d'ordre
1, 1
Ligne de fiche
N° ligne
1, 1
correspond
Taille, qté
1, N
Référence
Référence
1, 1
correspond
1, 1
Séquence fichier *.ini
N° Séquence

10.2 Annexe 2 : listes des tables

Type de zone *(Liste complète)*

Code type de zone	Nom type de zone
	Lancement
	Attente îlot
	Attente machine
	Machine
	Transfert aval

Zone

Code zone	Nom zone
	Mise à grandeur
	Table mise sur fiche de lot conventionnel
	Table mise sur fiche de lot CN
	Attente îlot « X » *(une zone par îlot traditionnel)*
	Machine « Y » îlot « X » *(une zone pour chaque machine de chaque îlot traditionnel)*
	Transfert aval CN « Z » *(une zone pour chaque CN)*
	CN « Z » *(une zone pour chaque CN)*
	Attente CN « Z » *(une zone pour chaque CN)*
	Traitement de surface
	Contrôle qualité
	Conditionnement

Zone *(liste complète)*

Code zone	Nom zone
	Mise à grandeur
	Table mise sur fiches de lots conventionnel
	Table mise sur fiches de lots CN
	Attente îlot tournage extérieur
	Machine A29xy (tour semi-auto 1) îlot tournage extérieur
	Machine A30xy (tour semi auto 2) îlot tournage extérieur
	Machine A23kxy (tour manuel 1) îlot tournage extérieur
	Machine A11kxy (tour manuel 2) îlot tournage extérieur
	Machine A33kxy (tour à copier 1) îlot tournage extérieur
	Machine A35kxy (tour à copier 2) îlot tournage extérieur

	Attente îlot fraisage traditionnel
	Machine Postalux FCT-2000-7 îlot fraisage traditionnel
	Machine à mater îlot fraisage traditionnel
	Fraiseuse 1 îlot fraisage traditionnel
	Fraiseuse 2 îlot fraisage traditionnel
	Fraiseuse 3 îlot fraisage traditionnel
	Fraiseuse 4 îlot fraisage traditionnel
	Fraiseuse 5 îlot fraisage traditionnel
	Perçage îlot fraisage traditionnel
	Attente îlot finition
	Machine A9kxy (finition bordures 1) îlot finition
	Machine A7kxy (finition bordures 2) îlot finition
	Machine A17kxy (finition bordures 3) îlot finition
	Machine A5kxy (corps de bague) îlot finition
	Machine A19kxy (bombé intérieur) îlot finition
	Machine A15kxy (creusage) îlot finition
	Attente îlot reprise
	Poste de tirage bi-métal 1 îlot reprise
	Poste de tirage bi-métal 2 îlot reprise
	Machine A21kxy (reprise intérieur et côté 1) îlot reprise
	Machine A3kxy (reprise intérieur et côté 2) îlot reprise
	Machine A13kxy (reprise intérieur et côté 3) îlot reprise
	Attente tour RND 2
	Tour RND 2
	transfert aval tour RND2
	Attente tour TNL 1
	Tour TNL 1
	Transfert aval tour TNL 1
	Attente tour RND 1
	Tour RND 1
	Transfert aval tour RND1
	Attente CNC - XXX 6
	CNC - XXX 6
	Transfert aval CNC - XXX 6
	Attente CNC - XXX 7
	CNC - XXX 7
	Transfert aval CNC - XXX 7
	Fraiseuse KNC 1
	Attente fraiseuse KNC 1
	Transfert aval Fraiseuse KNC 1
	Attente fraiseuse KNC 2
	Fraiseuse KNC 2
	Transfert aval Fraiseuse KNC 2
	Attente fraiseuse KNC 3
	Fraiseuse KNC 3

	Transfert aval Fraiseuse KNC 3
	Attente fraiseuse KNC 4
	Fraiseuse KNC 4
	Transfert aval Fraiseuse KNC 4
	Attente fraiseuse KNC 5
	Fraiseuse KNC 5
	Transfert aval Fraiseuse KNC 5
	Traitement de surface
	Contrôle qualité
	Conditionnement

Evénements

Code événement	Nom événement
	Impression fiche de lot
	Entrée îlot « X » *(un événement signalant l'arrivée à chaque îlot traditionnel)*
	Entrée machine « Y » îlot « X » *(un événement signalant le transfert vers chaque machine de chaque îlot traditionnel)*
	Entrée transfert aval CN « Z » *(un événement signalant la sortie de chaque CN)*
	Entrée CN « Z » *(un événement signalant le passage sur chaque CN)*
	Entrée attente CN « Z » *(un événement signalant l'attente avant le passage sur chaque CN)*
	Sortie contrôle qualité
	Sortie traitement de surface
	Sortie conditionnement

Evénements *(liste complète)*

Code Evénement	Nom événement
	Entrée mise à grandeur
	Entrée table mise sur lot traditionnel
	Entrée table mise sur lot CN
	Entrée îlot tournage extérieur
	Entrée machine A29xy (tour extérieur semi-auto 1) îlot tournage extérieur
	Entrée machine A30xy (tour extérieur semi auto 2) îlot tournage extérieur
	Entrée machine A23kxy (tour extérieur manuel 1) îlot tournage extérieur
	Entrée machine A11kxy (tour extérieur manuel 2) îlot tournage extérieur
	Entrée machine A33kxy (tour à copier 1) îlot tournage extérieur
	Entrée machine A35kxy (tour à copier 2) îlot tournage extérieur
	Entrée îlot fraisage traditionnel

	Entrée machine Postalux FCT-2000-7 îlot fraisage traditionnel
	Entrée machine à mater îlot fraisage traditionnel
	Entrée fraiseuse 1 îlot fraisage traditionnel
	Entrée fraiseuse 2 îlot fraisage traditionnel
	Entrée fraiseuse 3 îlot fraisage traditionnel
	Entrée fraiseuse 4 îlot fraisage traditionnel
	Entrée fraiseuse 5 îlot fraisage traditionnel
	Entrée perçage îlot fraisage traditionnel
	Entrée îlot finition
	Entrée machine A9kxy (finition bordures 1) îlot finition
	Entrée machine A7kxy (finition bordures 2) îlot finition
	Entrée machine A17kxy (finition bordures 3) îlot finition
	Entrée machine A5kxy (corps de bague) îlot finition
	Entrée machine A19kxy (bombé intérieur) îlot finition
	Entrée machine A15kxy (creusage) îlot finition
	Entrée îlot reprise
	Entrée poste de tirage bi-métal 1 îlot reprise
	Entrée poste de tirage bi-métal 2 îlot reprise
	Entrée machine A21kxy (reprise intérieur et côté 1) îlot reprise
	Entrée machine A3kxy (reprise intérieur et côté 2) îlot reprise
	Entrée machine A13kxy (reprise intérieur et côté 3) îlot reprise
	Entrée attente Tour RND 2
	Entrée Tour RND 2
	Entrée transfert aval tour RND2
	Entrée attente Tour TNL 1
	Entrée Tour TNL 1
	Entrée transfert aval tour TNL 1
	Entrée attente Tour RND 1
	Entrée Tour RND 1
	Entrée transfert aval tour RND1
	Entrée attente CNC - XXX 6
	Entrée CNC - XXX 6
	Entrée transfert aval CNC - XXX 6
	Entrée attente CNC - XXX 7
	Entrée CNC - XXX 7
	Entrée transfert aval CNC - XXX 7
	Entrée attente Fraiseuse KNC 1
	Entrée Fraiseuse KNC 1
	Entrée transfert aval Fraiseuse KNC 1
	Entrée attente Fraiseuse KNC 2
	Entrée Fraiseuse KNC 2
	Entrée transfert aval Fraiseuse KNC 2
	Entrée attente Fraiseuse KNC 3
	Entrée Fraiseuse KNC 3
	Entrée transfert aval Fraiseuse KNC 3

	Entrée attente Fraiseuse KNC 4
	Entrée Fraiseuse KNC 4
	Entrée transfert aval Fraiseuse KNC 4
	Entrée attente Fraiseuse KNC 5
	Entrée Fraiseuse KNC 5
	Entrée transfert aval Fraiseuse KNC 5
	Sortie contrôle qualité
	Sortie traitement thermique
	Sortie conditionnement

Les familles de gammes (même trajet de « lieux ») sont :

- Numéros de gamme des pièces tournées traditionnellement puis contrôle qualité. (y compris celles tournées sur tours à copier, on peut confondre les 2 familles de gamme car la zone d'attente est la même)
- Numéros de gamme des pièces tournées traditionnellement puis finition et contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces tournées traditionnellement puis fraisage traditionnel puis contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces tournées traditionnellement puis fraisage traditionnel puis finition puis contrôle qualité. (y compris celles tournées sur tours à copier, on peut confondre les 2 familles de gamme car la zone d'attente est la même)
- Numéros de gamme des pièces tournées traditionnellement puis fraisage CN puis contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces tournées traditionnellement puis fraisage CN puis finition puis contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces tournées CN puis contrôle qualité.
- Numéros de gamme des alliances tournées CN puis fraisage traditionnel puis contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces tournées CN puis fraisage traditionnel puis finition et contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces tournées CN puis fraisage CN et contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces tournées CN puis fraisage CN puis finition et contrôle qualité.
- Numéros de gamme des bi-métal fraisage trad. anneau gris (tournage CN anneau rose/tournage trad. anneau gris/fraisage trad. anneau gris/traitement de surface/reprise /finition/ contrôle qualité)
- Numéros de gamme des bi-métal fraisage CN. anneau gris (tournage CN anneau rose/tournage trad. anneau gris/fraisage CN anneau gris/traitement de surface/reprise /finition/ contrôle qualité)
- Numéros de gamme des pièces rhodiées fraisées traditionnel (tournage trad/fraisage trad/traitement de surface/tournage trad/contrôle qualité)
- Numéros de gamme des pièces traitées fraisées CN (tournage trad/fraisage CN/traitement de surface/tournage trad/contrôle qualité)
- Numéros de gamme des pièces CU puis contrôle qualité.
- Numéros de gamme des pièces CU puis finition puis contrôle qualité

Ainsi, on peut réécrire la table des familles de gamme, en y ajoutant, pour chaque famille, l'enchaînement des lieux (utilisation du code lieu défini dans la table lieu) :

Famille de gamme *(liste complète)*

N° famille	Nom	Enchaînement lieux
1	Tournage trad.	0 / 1 / 3 / 7 / 8 / 9 / 99
2	Tournage trad. et finition	0 /1 / 3 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99
3	Tournage trad., fraisage trad.	0 / 1 / 3 / 6 / 7 / 8 / 9 / 99
4	Tournage trad., fraisage trad. et finition	0 / 1 / 3 / 6 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99
5	Tournage trad., fraisage CN	0 / 1 / 3 / 10 / 7 / 8 / 9 / 99
6	Tournage trad., fraisage CN et finition	0 / 1 / 3 / 10 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99
7	Tournage CN	0 / 2 / 11 / 7 / 8 / 9 / 99
8	Tournage CN, fraisage trad.	0 / 2 / 11 / 6 / 7 / 8 / 9 / 99
9	Tournage CN, fraisage trad. et finition	0 / 2 / 11 / 6 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99
10	Tournage CN, fraisage CN	0 / 2 / 11 / 10 / 7 / 8 / 9 / 99
11	Tournage CN, fraisage CN et finition	0 / 2 / 11 / 10 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99
12	Bi-métal fraisage trad.	0 / 2 / 11 / 3 / 6 / 8 / 5 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99
13	Bi-métal fraisage CN	0 / 2 / 11 / 3 / 10 / 8 / 5 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99
14	Traitées fraisage trad.	0 / 1 / 3 / 6 / 8 / 3 / 7 / 8 / 9 / 99
15	Traitées fraisage CN	0 / 1 / 3 / 10 / 8 / 3 / 7 / 8 / 9 / 99
16	CU	0 / 2 / 12 / 7 / 8 / 9 / 99
17	CU et finition	0 / 2 / 12 / 4 / 7 / 8 / 9 / 99

Etat de suivi

Etat	
0	A initaliser
1	Initialisé
2	En cours
3	Circuit alternatif
4	Fini
5	Non suivable

Degré de confiance

Degré
estimé
enregistré

Enchaîne pour famille n° 1 (tournage traditionnel)

Ordre	Lieu "suit"	Lieu "précède"
0	0 (mise à grandeur)	1 (mise sur lot traditionnel)
1	1 (mise sur lot traditionnel)	3 (tournage extérieur)
2	3 (tournage extérieur)	7 (contrôle qualité)
4	7 (contrôle qualité)	8 (traitement de surface)
5	8 (traitement de surface)	9 (conditionnement)
6	9 (conditionnement)	99 (îlot vide)

10.3 Annexe 3 : Schéma relationnel de la base de données de suivi

Client (N° client, nom, adresse)

Commande (N° commande, Type, Date, #N° Client)

Référence (Référence, Nom pièce, pds au diamètre 58, largeur finie, taux tour, famille, état de mise à grandeur, largeur apprêt, couleur, code largeur à fabriquer, codes et formules, nbre de sous-articles, largeur chaque anneau, diamètre à fabriquer, #N° gamme)

Ligne de fiche (N° de ligne, #Référence, #N° lot, #N° commande)

Comporte (#N° de ligne, taille, quantité, #Référence)

Gamme (N° gamme, #N° famille de gamme)

Famille de gamme (N° famille, nom famille, enchaînement lieux)

Fiche de lot (N° lot, #N° gamme, état de suivi, n° d'ordre, lot père, type de commande, date de saisie, nbre pièces du lot, poids du lot)

Occupe (Degrés de confiance, #N° lot, #Code zone)

Historique (Heure/date, #N° lot, #Code événement)

Evénements(Code événement, Nom événement, #Code zone)

Lieu(Code lieu, commentaire L)

Zone(Code zone, commentaire Z, #Code type zone, # Code lieu)

Type de zone(Code type zone, commentaire TZ)

Enchaîne(ordre, #Code lieu suit, #Code lieu précède, #N° famille)

Le schéma relationnel déduit du modèle conceptuel base de donnée suivi CN est le suivant :
(la ou les colonnes-clés de chaque table sont soulignées).

Machine(N° machine, type, commentaire M,)

Barre(N° barre, commentaire B, #N° machine , #N° Auftrag)

Est composé de (état de ligne, N° d'ordre, #N° barre, #N° lot)

Lot (N° lot, #N° gamme, # N° barre, état de suivi, n° d'ordre, lot père, type de commande, date de saisie, nbre d'alliances du lot, poids du lot)

Comporte (état de ligne, N° d'ordre, #N°ligne, #N° lot)

Ligne de lot (N° de ligne, #Référence, #N° lot,#N° commande)

Correspond (N° ordre, #N° barre, # N° ligne)

Référence (référence, #N° séquence)

Séquence (N° séquence, #référence)

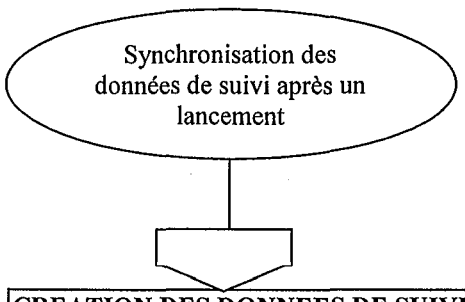
Auftrag (N° Auftrag, #N° barre)

Comporte (n° ordre, #N° Auftrag, #N° Séquence)

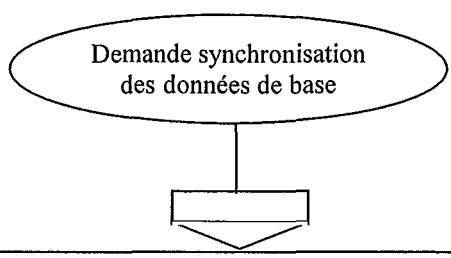
Valorisation (taille, valeur courante, valeur par défaut, #N° machine, #code paramètre, #référence)

10.4 Annexe 4 : Modèles organisationnels des traitements

Interface existant : (Page 1 / 2)

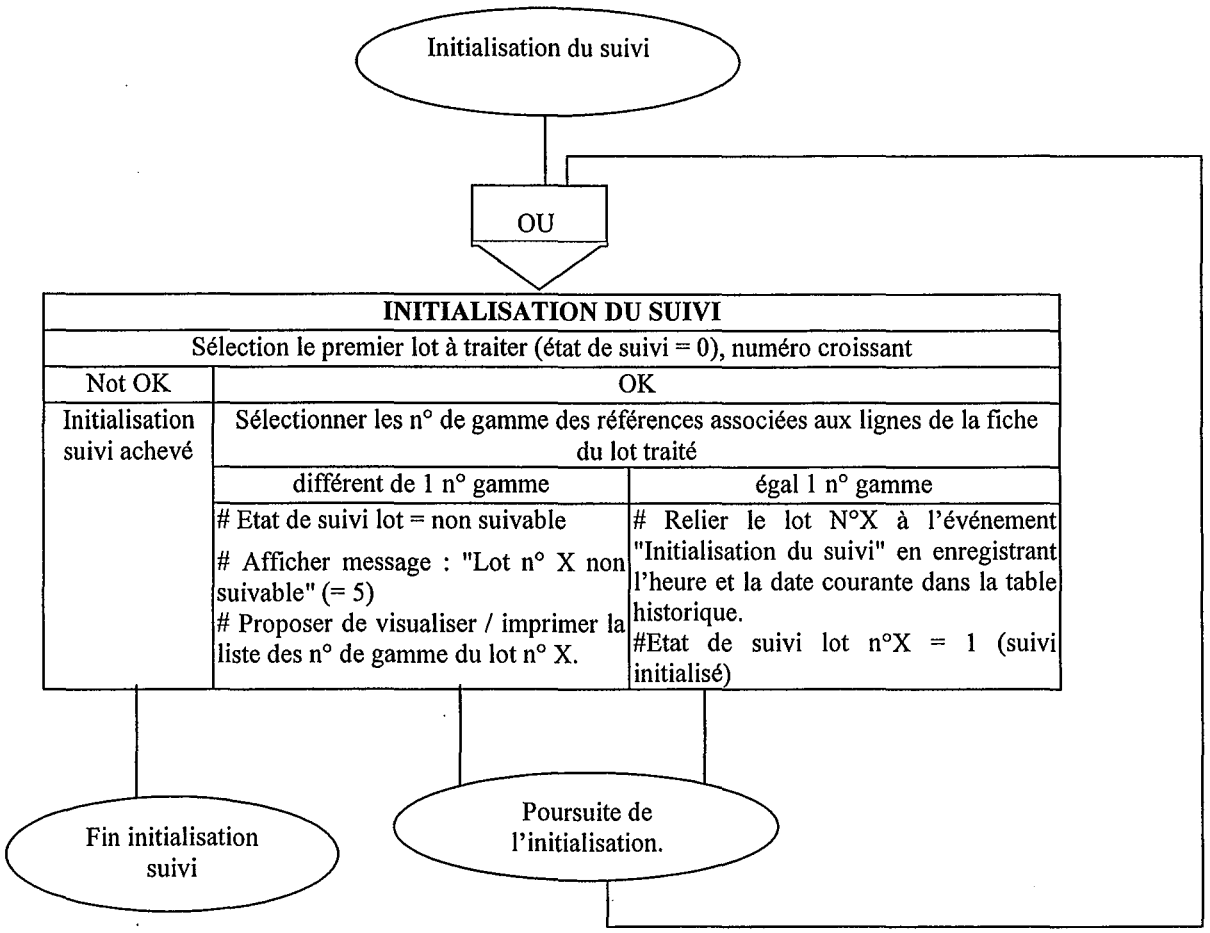


CREATION DES DONNEES DE SUIVI
Récupération des données existantes dans la base existante : # Table commandes (commandes traitées lors du transfert à chaque extraction/lancement au niveau commercial) # Table lignes de fiches de lot (lignes de fiche de lots traités lors du transfert, à chaque extraction de données) # Table fiche de lots (numéros de lots traités lors du transfert , à chaque extraction de données). Initialiser la valeur de "état de suivi" à "à initialiser" (0)

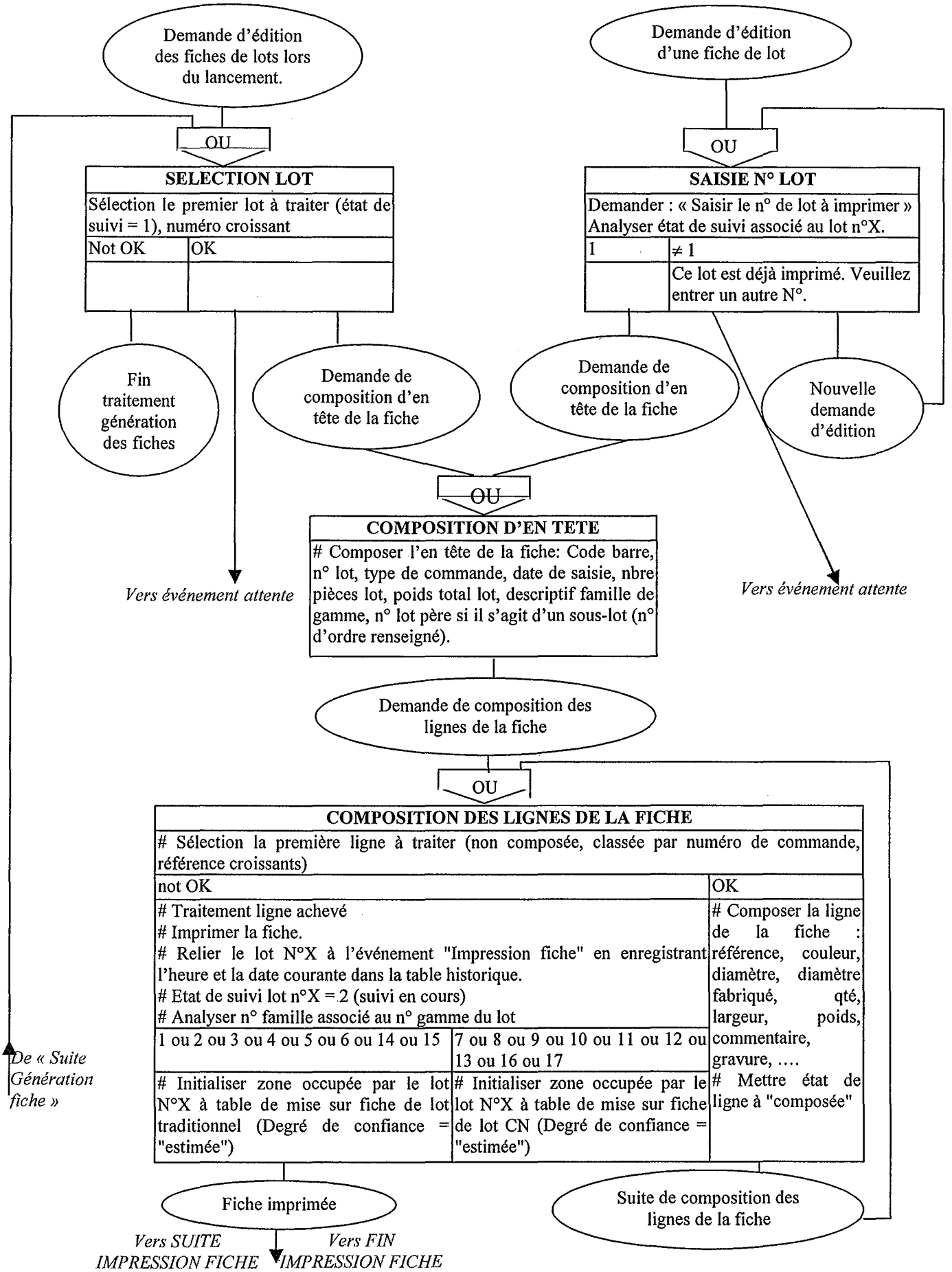


RECUPERATION DES DONNEES EXISTANTES DANS LA BASE EXISTANTE	
# Insertion des nouveaux clients et nouvelles références respectivement dans les tables clients et références # Recherche des doublons	
not OK	OK
	Afficher message : "Client (Référence) dupliqué dans la base existante"
	Proposer de visualiser / imprimer la liste des doublons

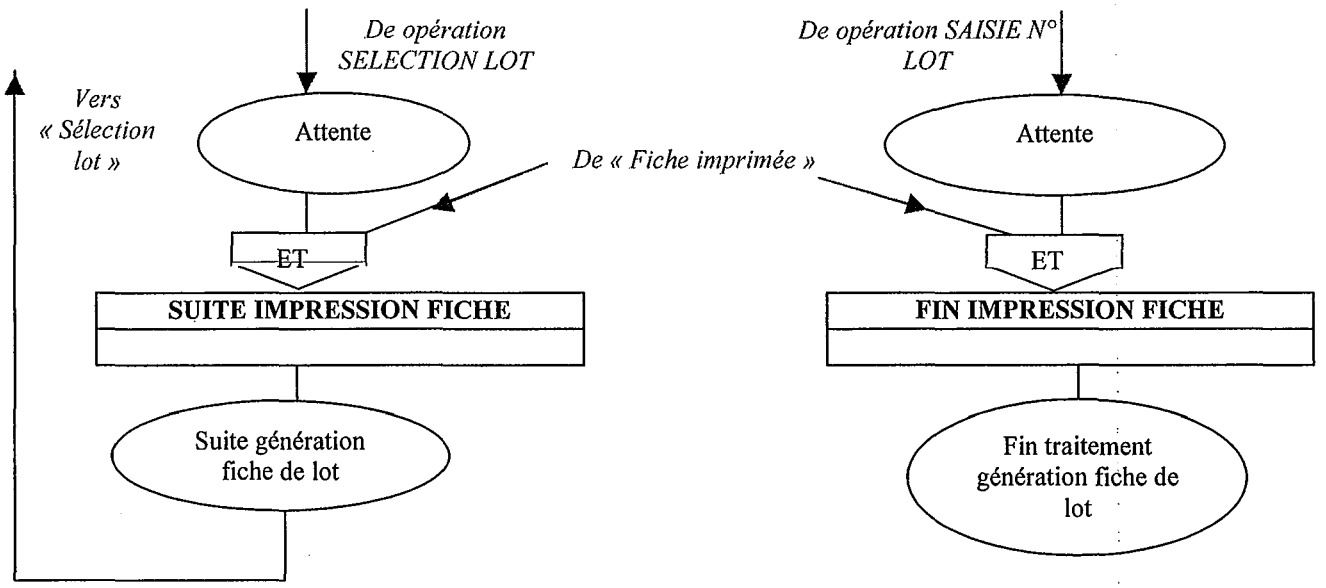
Interface existant : (Page 2 / 2)



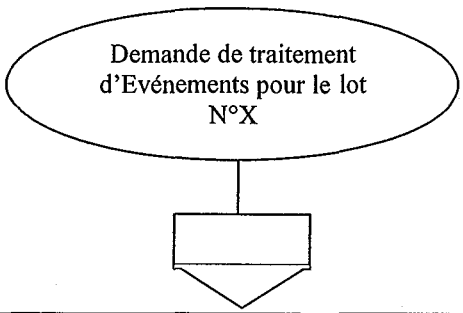
Génération fiches de lot : (Page 1 / 2)



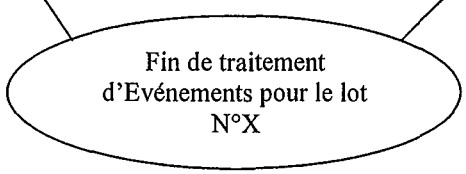
Génération fiche : (Page 2 / 2)



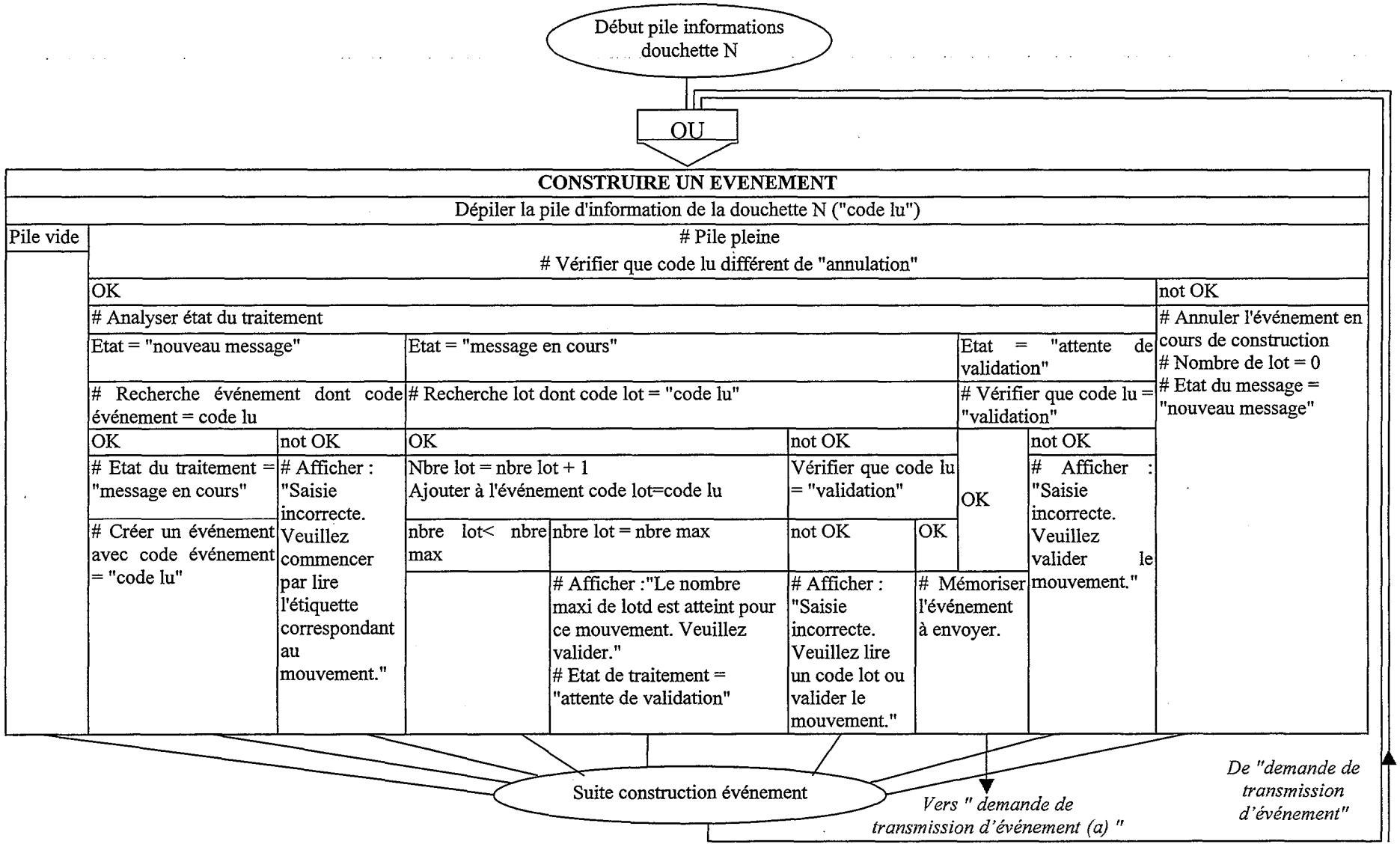
Mise à jour suivi :



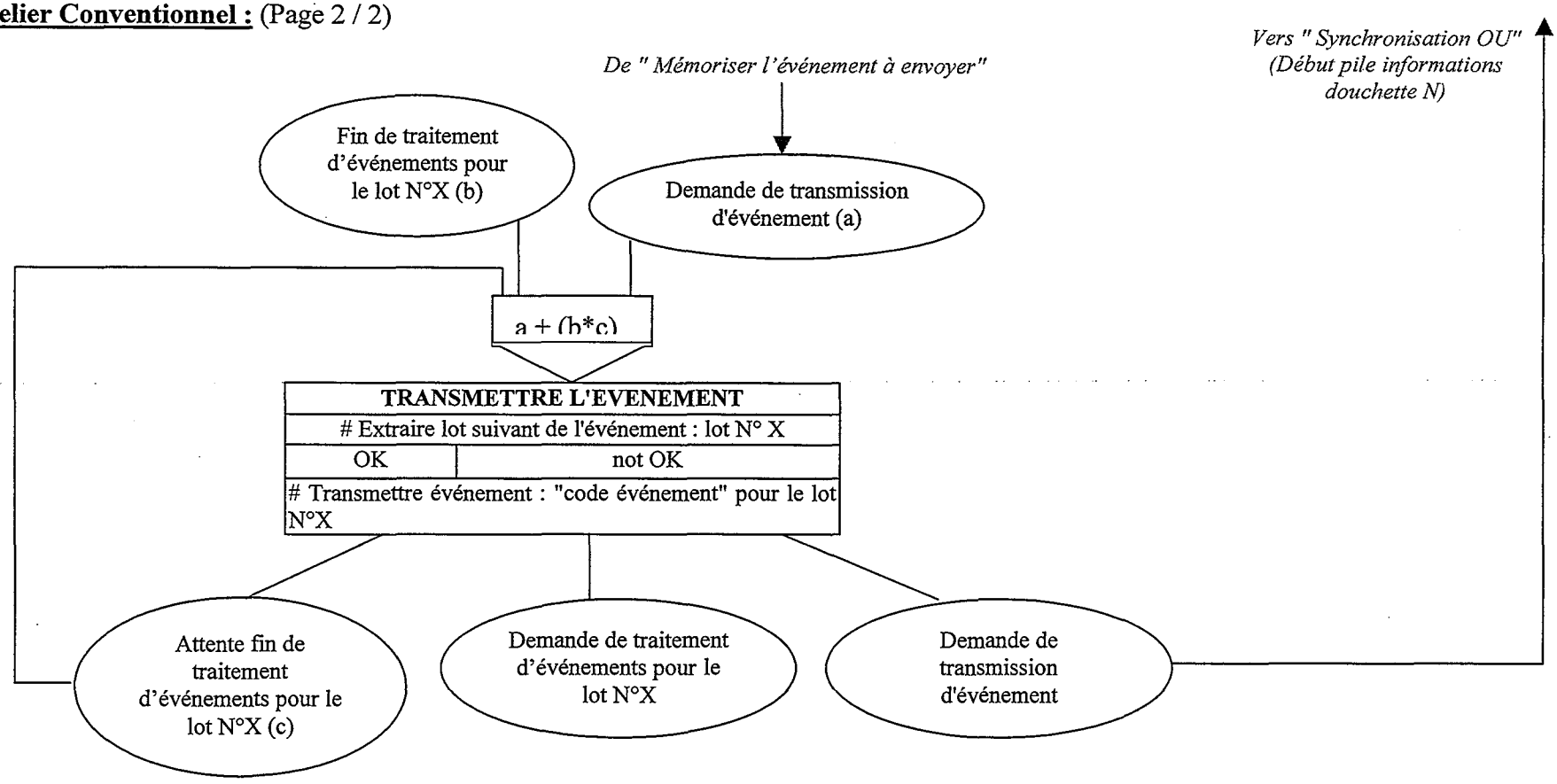
<table>
<tr><th colspan="4">MISE A JOUR ZONE OCCUPEE</th></tr>
<tr><td colspan="4">Mémoriser le lieu correspondant à la zone actuelle du lot N°X : lieu N-1</td></tr>
<tr><td colspan="4"># Relier le lot N°X à l'événement reçu, en enregistrant l'heure et la date courante dans la table historique.
Analyser l'événement reçu.</td></tr>
<tr><td colspan="3">≠ Sortie conditionnement</td><td>= Sortie conditionnement</td></tr>
<tr><td>≠ entrée contrôle qualité</td><td colspan="2">= entrée contrôle qualité</td><td># Tronquer le n° de lot à 6 digits</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"># Tronquer le n° de lot à 6 digits
Envoyer le code lot tronqué au système existant en vue du suivi contrôle qualité</td><td># Envoyer le code lot tronqué au système en vue du pesage</td></tr>
<tr><td colspan="4"># Modifier la zone occupée par le lot N°X pour la zone correspondant à la zone d'arrivée de l'événement reçu. (Degré de confiance = enregistré)
Comparer le lieu correspondant à la nouvelle zone occupée par le lot : lieu N, au lieu N-1</td></tr>
<tr><td>Lieu N = Lieu N-1</td><td colspan="3">Lieu N différent de lieu N-1</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td colspan="3">Rechercher un enregistrement de la table enchaîne, dont le numéro de famille correspond au numéro de gamme du lot N°X, et dont lieu précédent = lieu N-1, et dont lieu suivant = lieu N</td></tr>
<tr><td>OK</td><td colspan="2">not OK</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"># Etat de suivi lot n°X = 3 (circuit alternatif utilisé)</td></tr>
<tr><td colspan="4"># Analyser le lieu N</td></tr>
<tr><td colspan="2">≠ conditionnement</td><td colspan="2">= conditionnement</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"># Etat fin d'atelier = ancien état de suivi
Etat de suivi lot n°X = 4 (suivi fini)</td></tr>
</table>



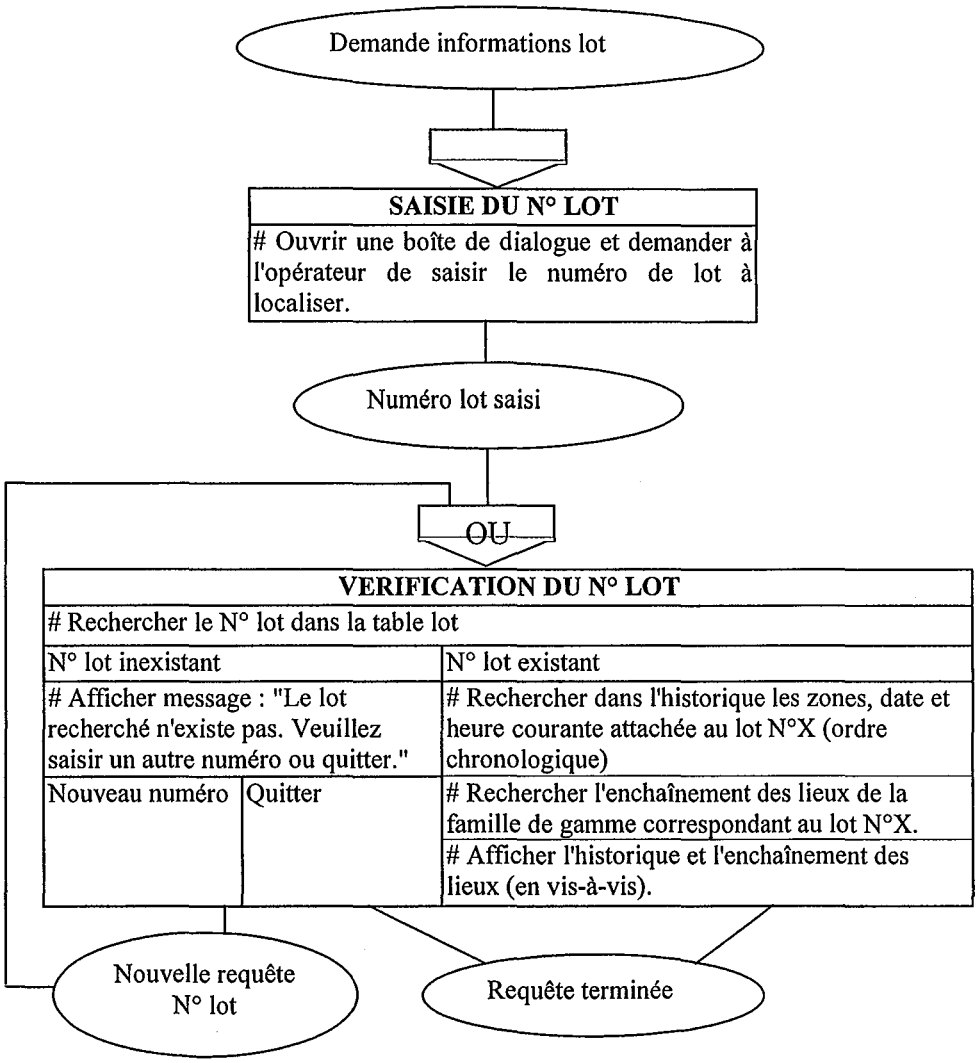
Suivi Atelier Conventionnel : (Page 1 / 2)



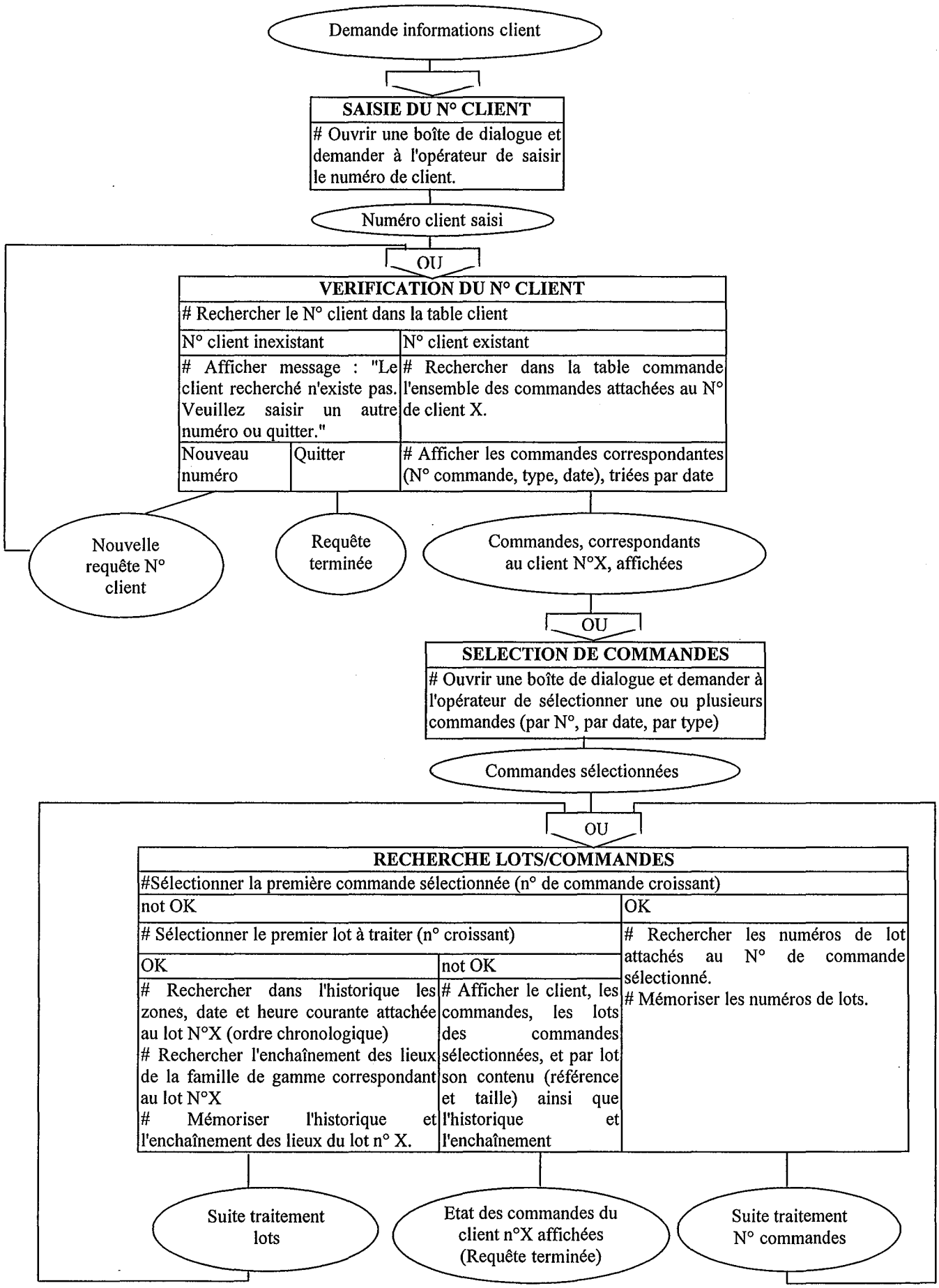
Suivi Atelier Conventionnel : (Page 2 / 2)



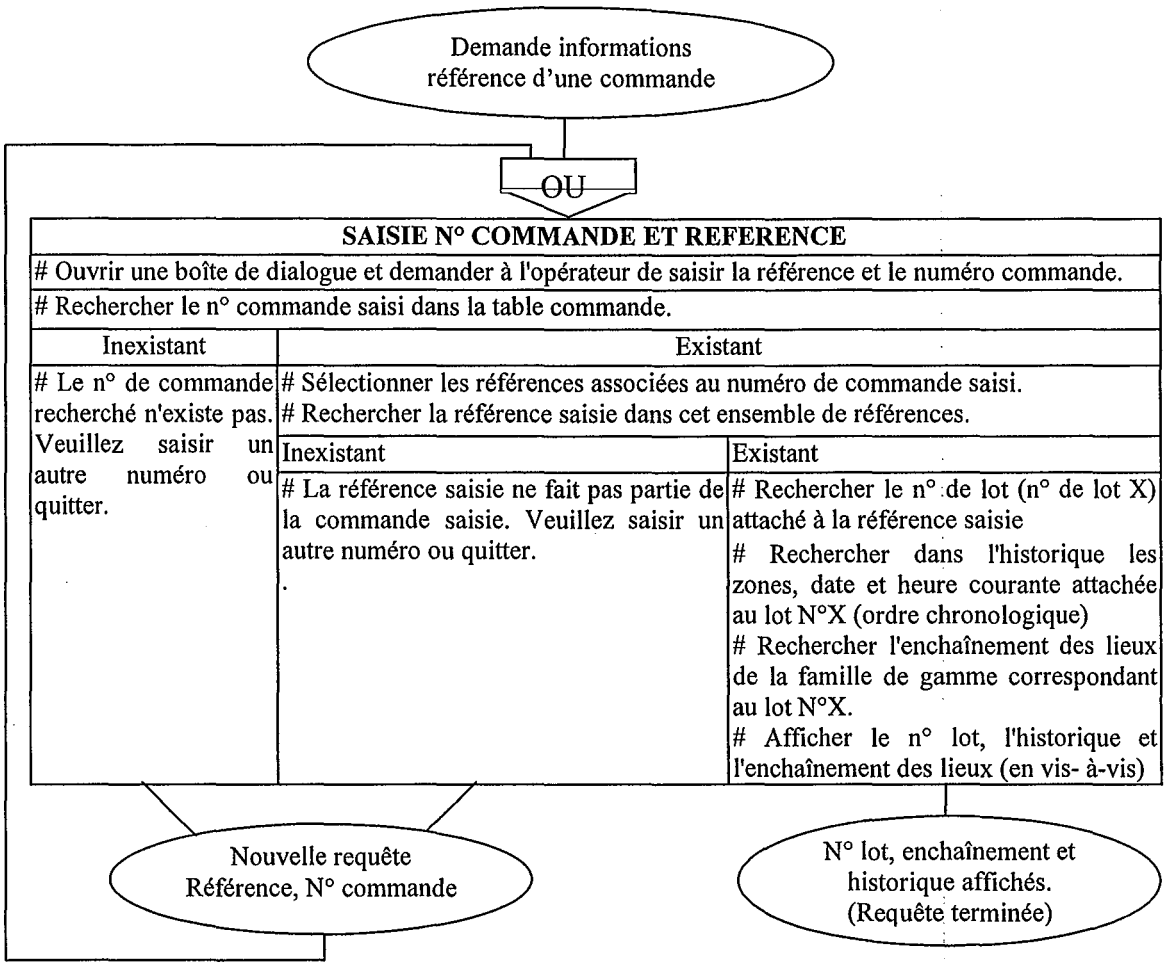
Exploitation des données : *Localisation d'un lot à partir de son numéro*



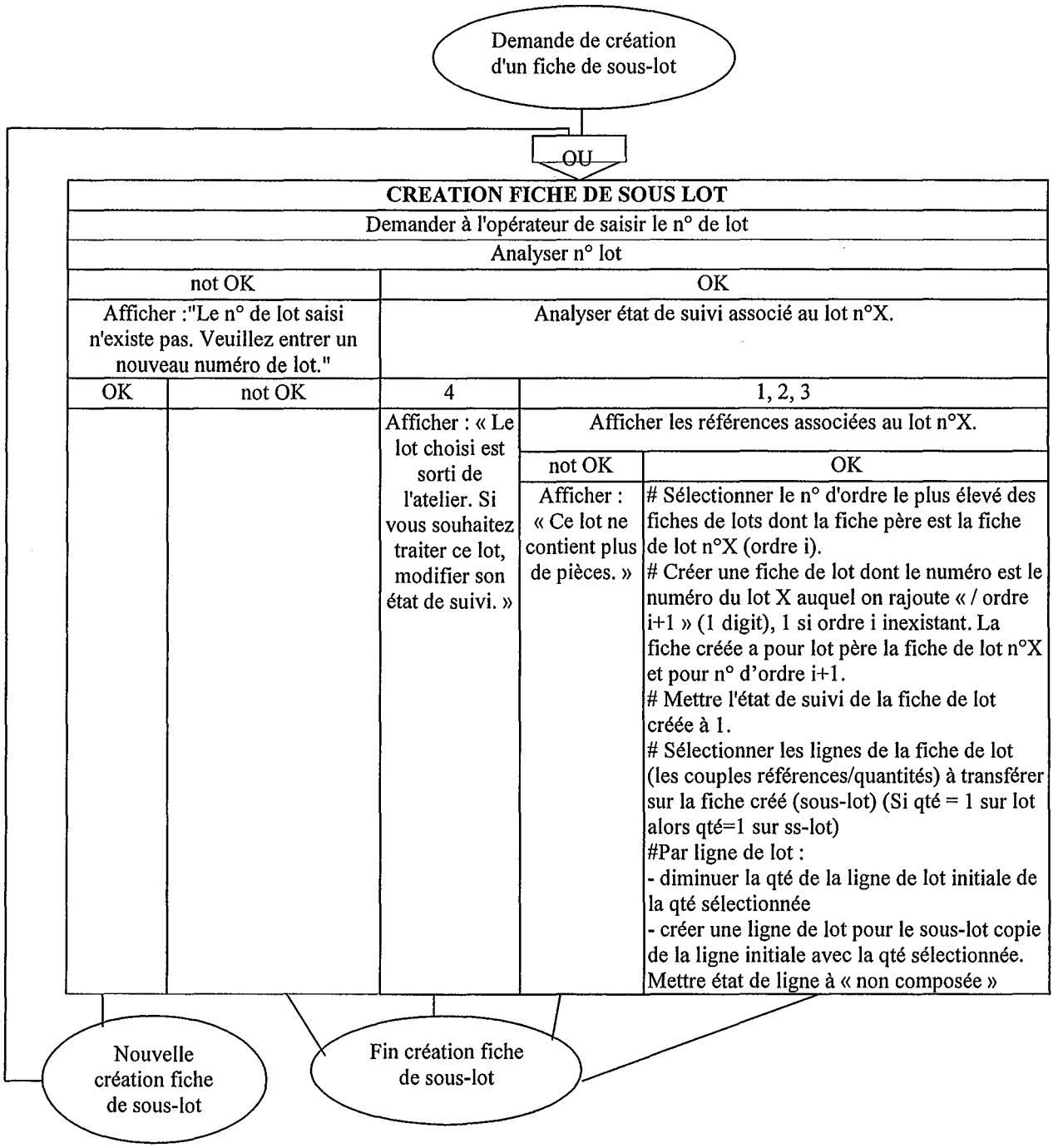
Exploitation des données : *Localisation des lots à partir d'un client donné :*



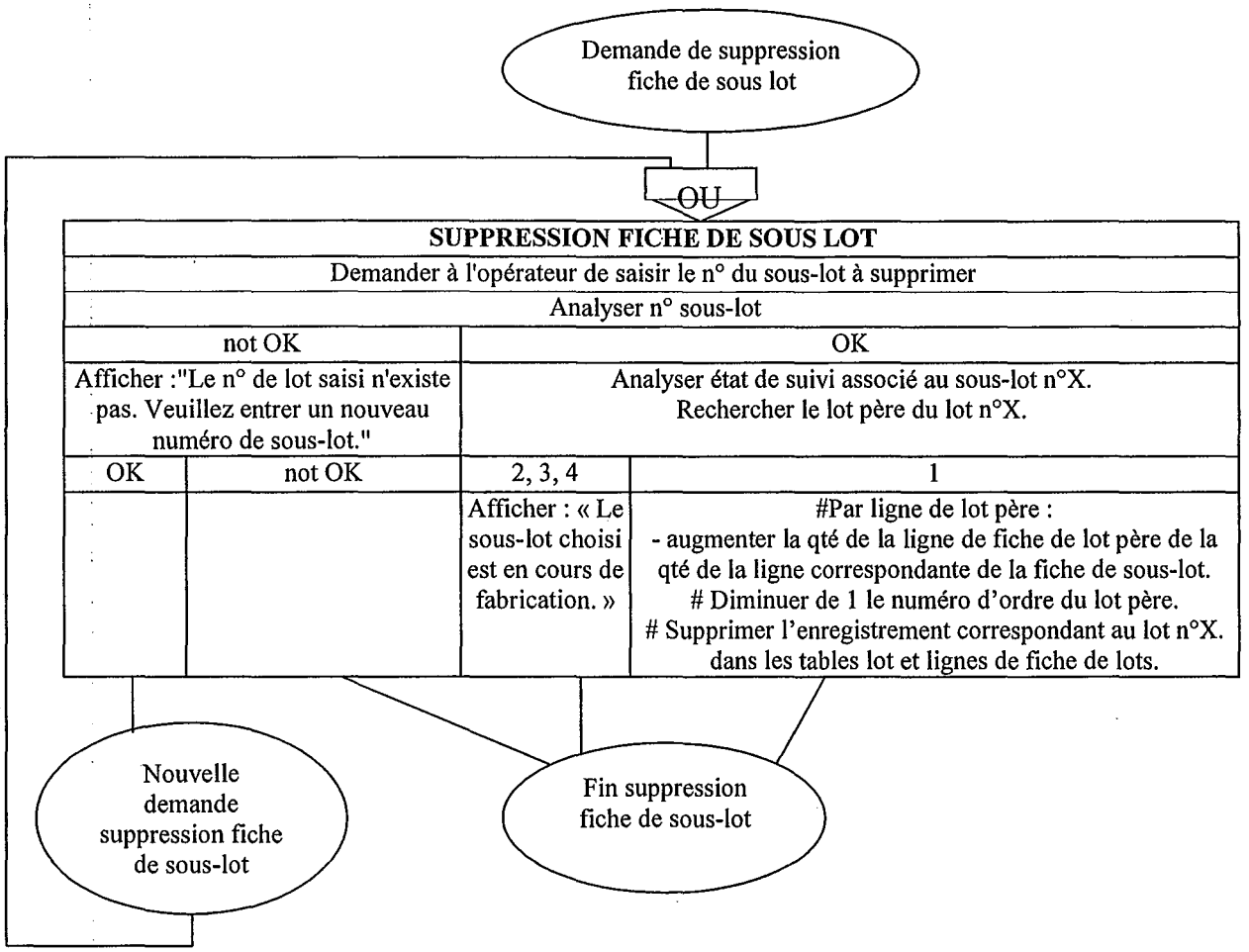
Exploitation des données : ***Localisation d'un lot à partir d'une référence d'une commande :***



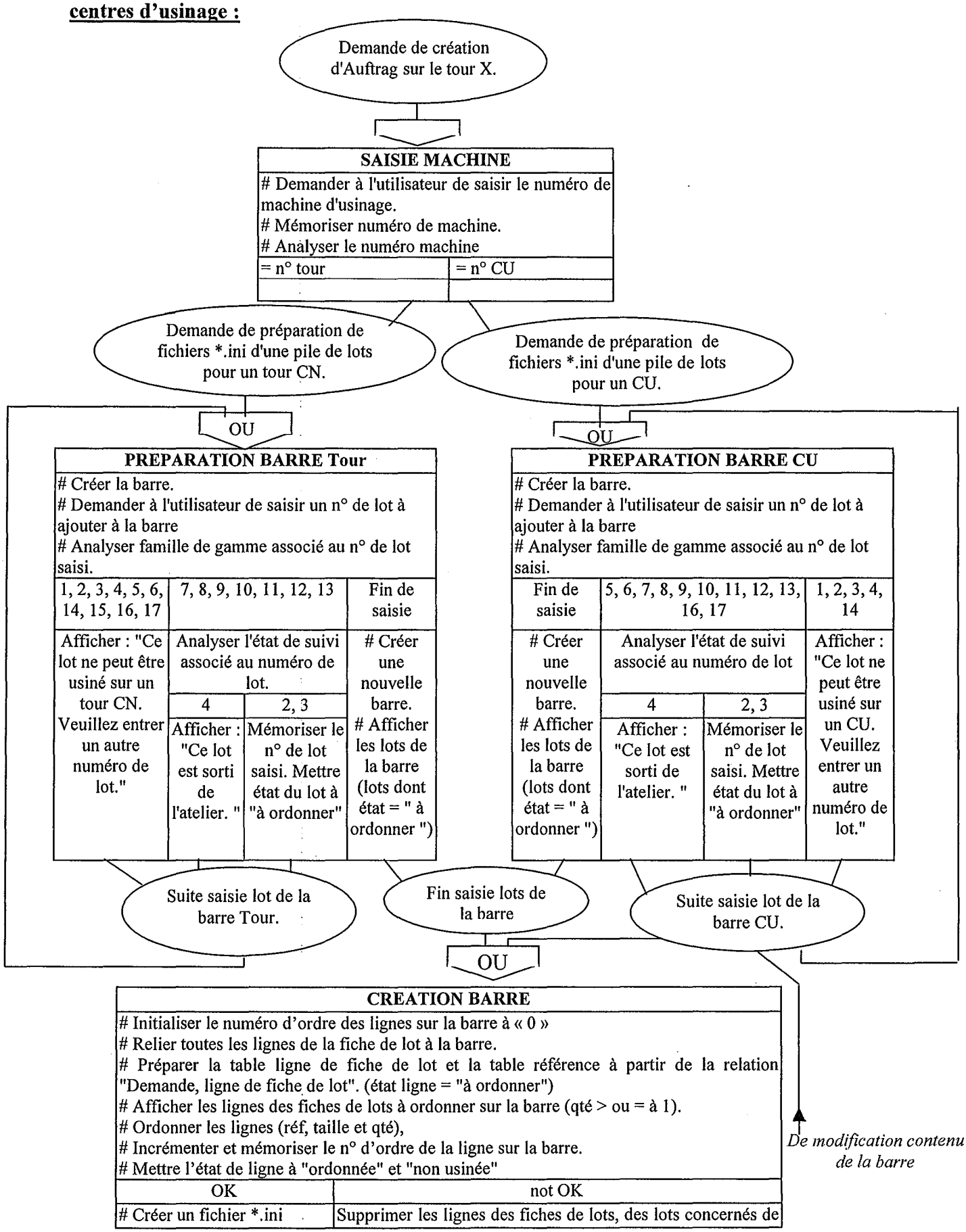
Génération de sous-lots :

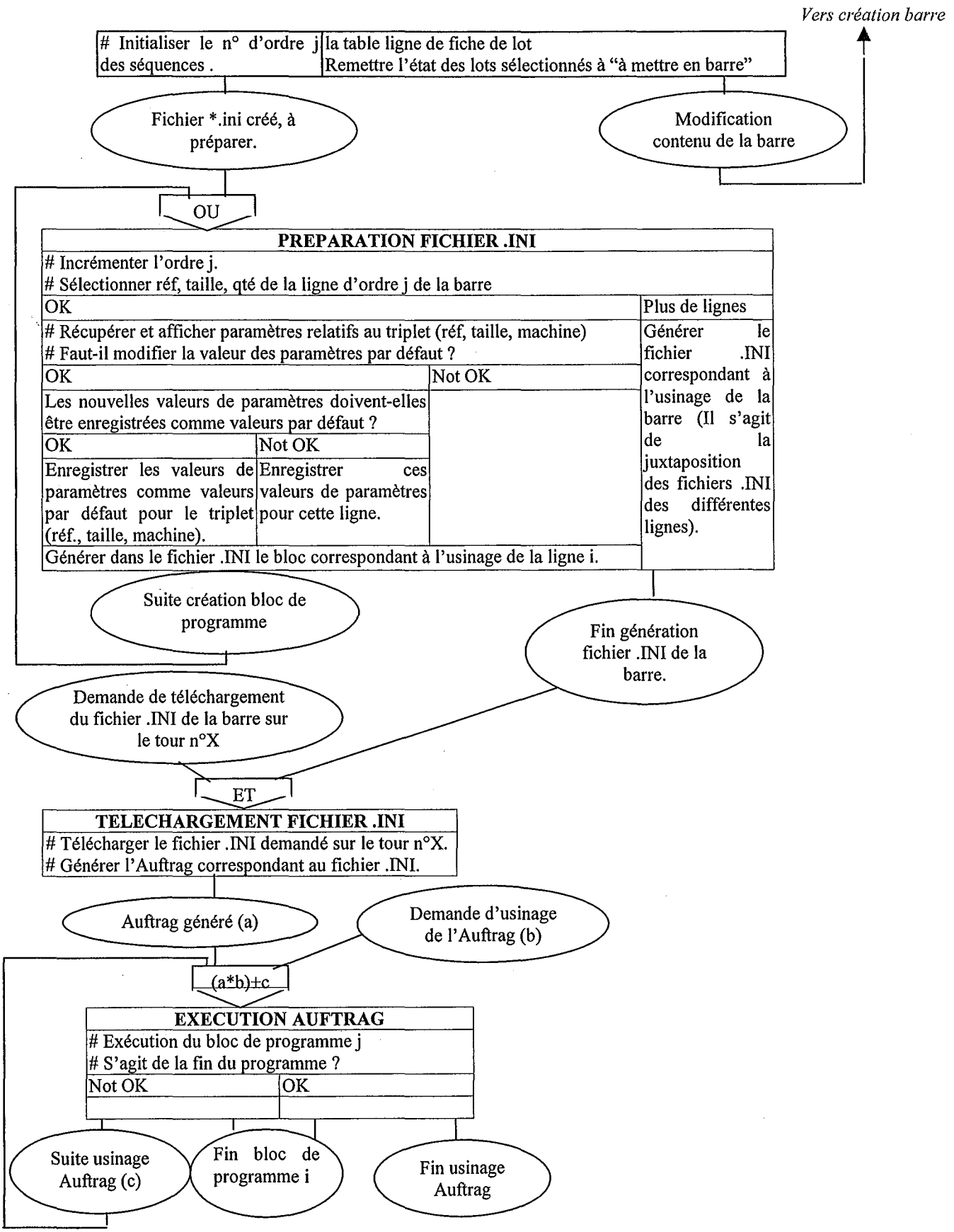


Suppression de sous-lots :

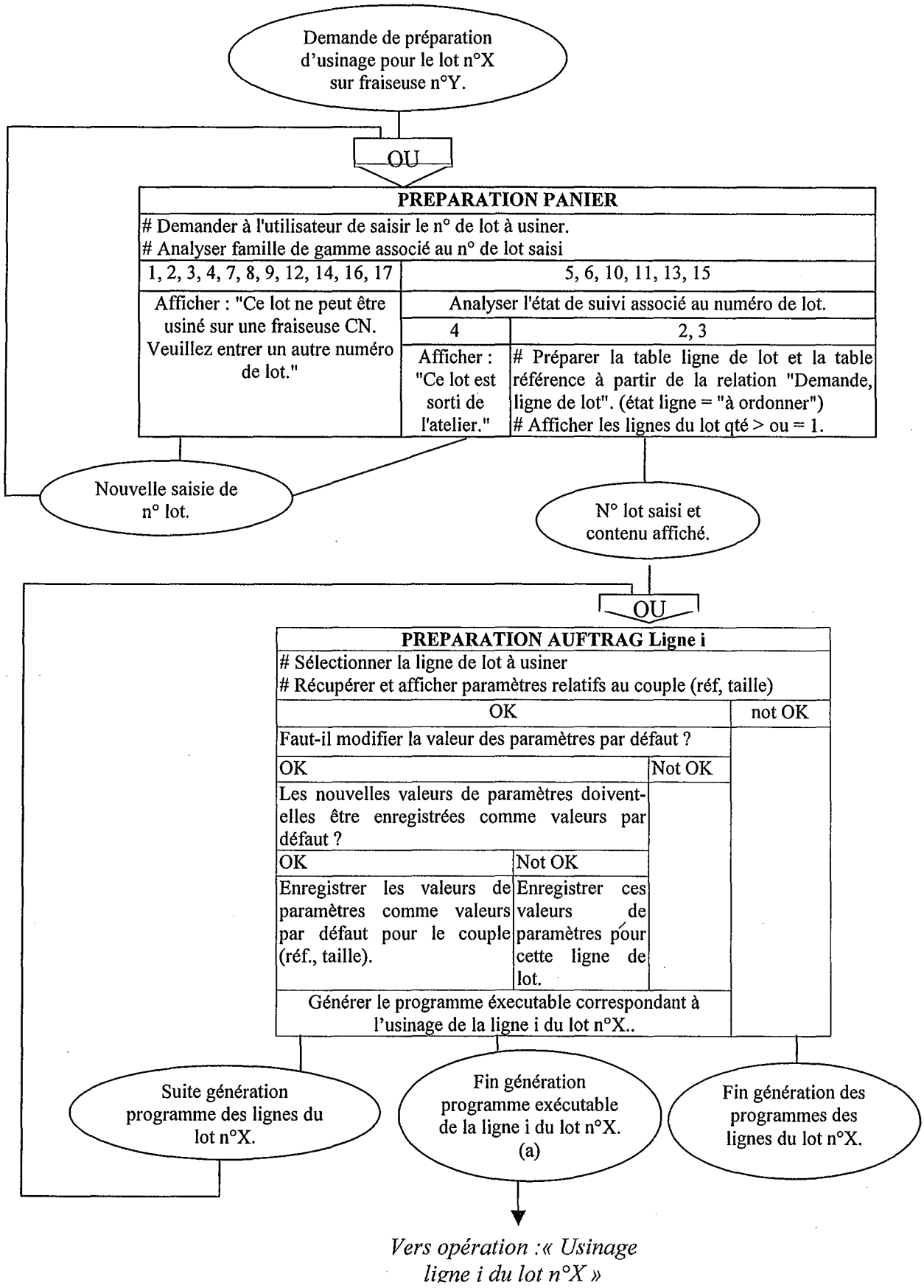


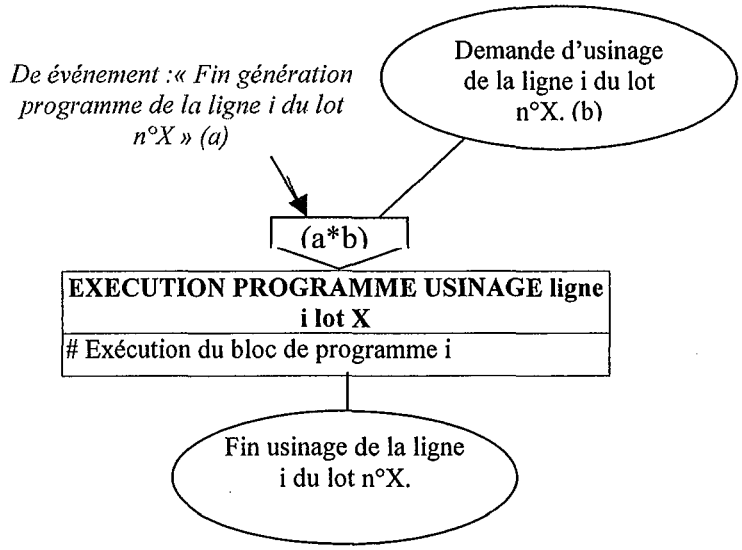
Elaboration programmes d'usinage : cas des tours à commande numérique et des centres d'usinage :



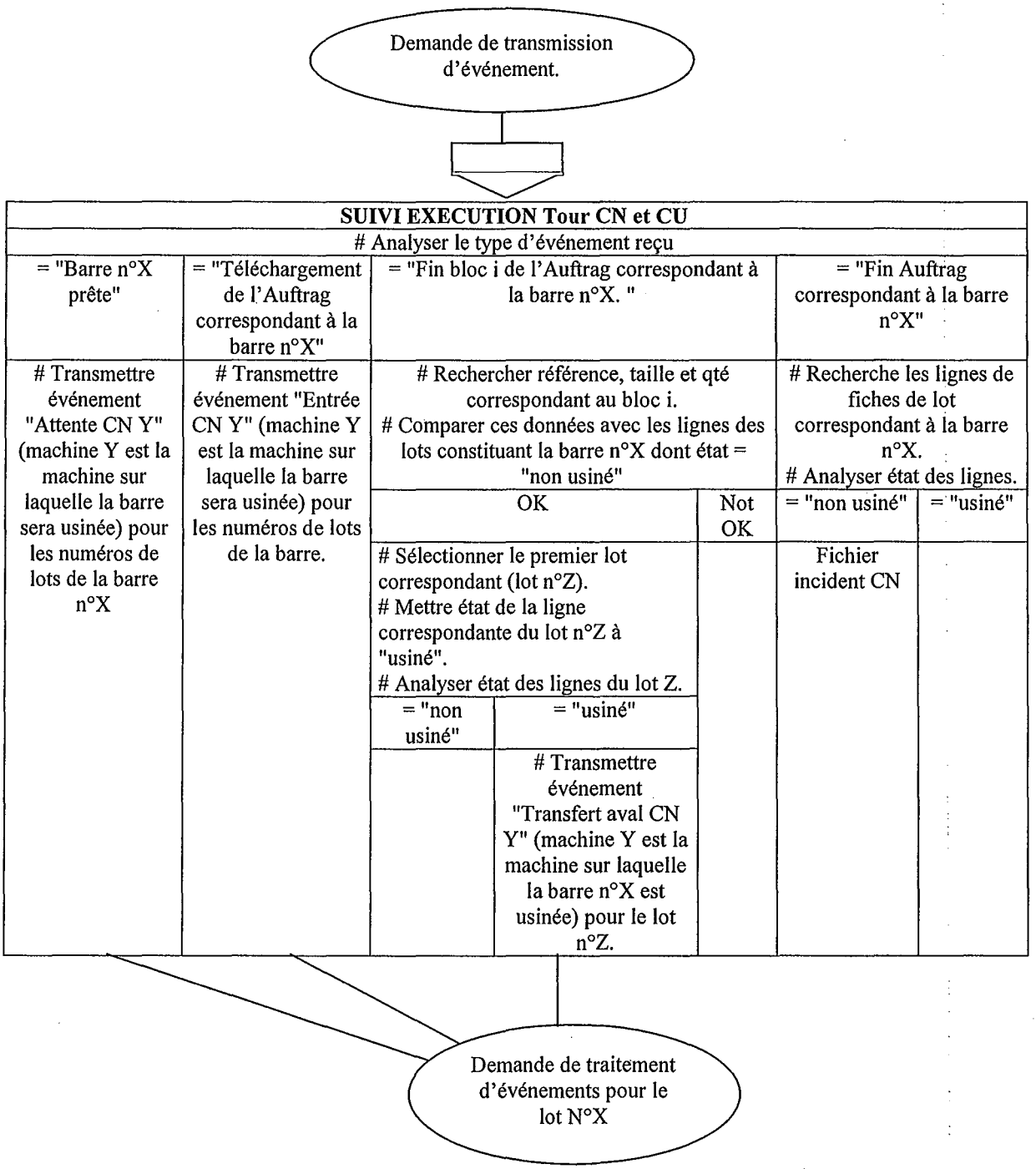

Vers création barre
Initialiser le n° d'ordre j des séquences .
la table ligne de fiche de lot
Remettre l'état des lots sélectionnés à "à mettre en barre"
Fichier *.ini créé, à préparer.
Modification contenu de la barre
OU
PREPARATION FICHIER .INI
Incrémenter l'ordre j.
Sélectionner réf, taille, qté de la ligne d'ordre j de la barre
OK
Plus de lignes
Récupérer et afficher paramètres relatifs au triplet (réf, taille, machine)
Faut-il modifier la valeur des paramètres par défaut ?
Générer le fichier .INI correspondant à l'usinage de la barre (Il s'agit de la juxtaposition des fichiers .INI des différentes lignes).
OK
Not OK
Les nouvelles valeurs de paramètres doivent-elles être enregistrées comme valeurs par défaut ?
OK
Not OK
Enregistrer les valeurs de paramètres comme valeurs par défaut pour le triplet (réf., taille, machine).
Enregistrer ces valeurs de paramètres pour cette ligne.
Générer dans le fichier .INI le bloc correspondant à l'usinage de la ligne i.
Suite création bloc de programme
Fin génération fichier .INI de la barre.
Demande de téléchargement du fichier .INI de la barre sur le tour n°X
ET
TELECHARGEMENT FICHIER .INI
Télécharger le fichier .INI demandé sur le tour n°X.
Générer l'Auftrag correspondant au fichier .INI.
Auftrag généré (a)
Demande d'usinage de l'Auftrag (b)
(a*b)+c
EXECUTION AUFTRAG
Exécution du bloc de programme j
S'agit de la fin du programme ?
Not OK
OK
Suite usinage Auftrag (c)
Fin bloc de programme i
Fin usinage Auftrag

Elaboration des programme d'usinage : cas des fraiseuses à commande numérique :

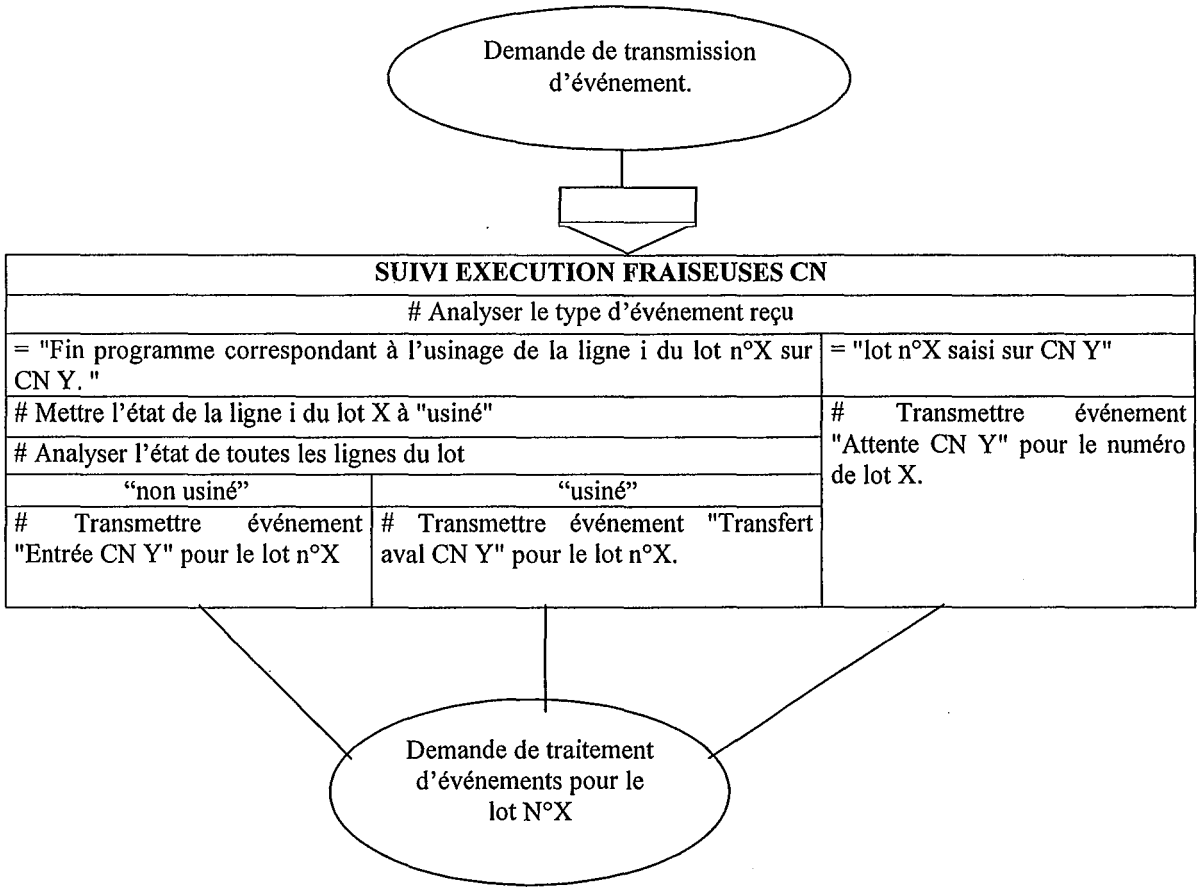



De événement :« Fin génération programme de la ligne i du lot n°X » (a)
Demande d'usinage de la ligne i du lot n°X. (b)
(a*b)
EXECUTION PROGRAMME USINAGE ligne i lot X
Exécution du bloc de programme i
Fin usinage de la ligne i du lot n°X.

Suivi d'exécution atelier CN (CU et tours CN) :



Suivi d'exécution atelier CN (fraiseuses CN) :



INSTITUT NATIONAL
POLYTECHNIQUE
DE LORRAINE

AUTORISATION DE SOUTENANCE DE THESE DU DOCTORAT DE L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE

o0o

VU LES RAPPORTS ETABLIS PAR :
Monsieur Jean-Pierre CAMPAGNE, Professeur, INSA, Lyon

Monsieur Bernard GRABOT, Professeur, ENIT, LGP, Tarbes

Le Président de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, autorise :

Madame GOEPP épouse THIEBAUD Virginie

à soutenir devant un jury de l'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE, une thèse intitulée :

« Contribution à la définition de processus contingents en développement de systèmes d'information : proposition d'une démarche orientée, identification des problèmes-clés »

en vue de l'obtention du titre de :

DOCTEUR DE L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE

Spécialité : **« Génie des systèmes industriels »**

Fait à Vandoeuvre, le 14 novembre 2003

Le Président de l'I.N.P.L.

L. SCHUFFENECKER

INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE – NANCY –

Service Commun de la Documentation
INPL
Nancy-Brabois

NANCY BRABOIS
2, AVENUE DE LA
FORET-DE-HAYE
BOITE POSTALE 3
F - 54501
VANDŒUVRE CEDEX

TEL 33/03.83.59.59.59
FAX. 33/03.83.59.59.55

Résumé :
Les systèmes d'information (SI) ont de nos jours une place centrale à tous les niveaux des organisations. Malgré une « jungle méthodologique », les projets de développement n'apportent pas toujours satisfaction. Or, les processus contingents et modulaires c'est-à-dire permettant l'adaptation des méthodes et des tâches projet au contexte semblent intéressants pour favoriser le succès des projets. Notre travail se place dans le cadre de l'amélioration de ces processus.
Nous proposons un cadre structurant permettant de définir les principes sous-jacents aux processus contingents existants. L'analyse des travaux existants montre la prédominance de l'adaptation des méthodes sur celles des tâches projet et l'utilisation de caractérisations dont la mise en œuvre peut s'avérer délicate sur un projet réel. La qualité de l'adaptation dépend de la quantification de critères imparfaitement connus en début de projet.
Sur la base de cette analyse, il s'agit de s'affranchir du caractère organisationnel et technique des critères préconisés. Pour ce faire, nous proposons d'utiliser le concept de problème, qui est pertinent tout au long du processus de développement. Ainsi, nous nous appuyons sur les principes d'OTSM-TRIZ, méthode générale d'aide à la formulation et résolution de problèmes, qui propose de formuler les problèmes sous formes de contradictions. Ici, nous formulons trois contradictions génériques d'évolution des SI. Elles constituent les problèmes clés à résoudre au cours des projets de développement de SI.
Enfin, nous complétons ces contradictions génériques par une démarche d'exploitation. Ainsi, nous caractérisons un projet particulier par ses problèmes clés en utilisant quelques méthodes de base d'OTSM-TRIZ. Nous présentons l'application de notre démarche dans le cadre de la mise en place d'un suivi de pièces dans un atelier de production mécanique. Ce suivi permet de localiser les pièces et ainsi d'améliorer la gestion de la production notamment sa planification.

Mots clés :
systèmes d'information, conception de systèmes, méthodes de modélisation, gestion de projet, projet informatique, ré ingénierie des processus, OTSM-TRIZ, formulation de problèmes

Summary:
Information systems (IS) take nowadays a central place at all levels of organizations. However in spite of numerous methods, over 60 % of IS development projects fail. Facing to this surprising situation, we focus on the approaches enabling project success. The contingent and modular approaches which propose to adapt the methods and project tasks to the context seem to be interesting. Our research deals with improvement of such approaches.
We first propose a framework in order to come back up to the underlying principles of existing contingent approaches. This analysis emphasizes on method adapation through project task adaptation and on application difficulties. Indeed, adaptation quality is linked to the quantification of indicators which can only be quantified precisely at the end of the project, when it is unnecessary.
In order to better exploit existing approches it is necessary to use other concepts which are not linked to organizational and technical elements of the project. The concept of problem is such a concept. So, we rely on the principles of OTSM-TRIZ, general method of problem formulation and solving. This method formulates the problems in the form of contradictions. Here, we propose to formulate generic contradictions of IS evolution. These contradictions are key-problems to solve during IS development projects in general. Then we propose an approach to exploit these key-problems during a particular project. In other words a project is here characterized through its key problems. This approcah is iullustrated through a study case dealing with the follow-up of products in a workshop.

Keywords:
information systems, system design, modeling methods, project management, information system project, business process reengineering, OTSM-TRIZ, problem formulation

INSA Strasbourg – LICIA (Equipe LRPS)
24, Bld de la Victoire
67084 Strasbourg Cedex