

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE
MAÎTRISE EN INFORMATIQUE DE GESTION

**RAPPORT D'ACTIVITÉ DE SYNTHÈSE PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN INFORMATIQUE DE GESTION**

**UNE APPROCHE DE GESTION ÉCONOMIQUE
DE LA MAINTENANCE DES LOGICIELS DANS UN
ENVIRONNEMENT D'IMPARTITION :
UNE ÉTUDE EXPLORATOIRE**

PAR

LUIS MOLINIÉ

SEPTEMBRE 1997

RAPPORT FINAL D'ACTIVITÉ DE SYNTHÈSE

approuvé par le directeur de recherche : Alain ABRAN
Ph.D. en génie informatique

M. ABRAN est
Professeur au Département d'informatique de l'Université du Québec à Montréal (UQAM),
Directeur du Laboratoire de recherche en gestion des logiciels de l'UQAM (LRGL),
Président du Centre d'intérêt sur les métriques (CIM) de Montréal (Canada)

REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier très spécialement M. Alain Abran, professeur au département d'informatique et directeur de cette activité de synthèse, par son encadrement et son apport significatif à la réalisation de cette recherche.

Mes remerciements à M. Alain April, chercheur industriel de Bell-Syigma, qui a rendu possible l'exécution d'un mandat en industrie sur lequel la réalisation de ce travail a été inspirée.

Mes remerciements aussi à tous mes camarades du Laboratoire de recherche en Gestion du Logiciel de l'UQAM, qui m'ont appuyé tout au long de cette recherche avec leurs conseils et leurs connaissances.

Finalement, mes remerciements à Bell-Canada pour son appui financier qui a permis la réalisation de ce projet.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	iii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX	iix
RÉSUMÉ	x
INTRODUCTION	1
 CHAPITRE I:	
PRÉSENTATION DU TRAVAIL.....	5
1.1.- Démarche méthodologique.....	5
1.2.- Définition du projet	8
1.2.1.- Motivation, objet de l'étude et propos.....	8
1.2.2.- Utilisateurs	8
1.2.2.- Objectifs.....	9
1.2.3.- Limites de la recherche.....	9
1.3.- Planification : Étapes, intrants et livrables	10
 CHAPITRE II:	
L'IMPARTITION INFORMATIQUE	13
2.1.- Le concept d'impartition.....	13
2.2.- La spécificité des services logiciels	15
2.3.- Bilan de l'impartition des services informatiques.....	17
2.4.- Les interprétations : l'état de la recherche	18

2.5.- Mandat en industrie.....	22
2.5.1.- Description du contexte.....	23
2.5.2.- Processus d'analyse	23
2.5.3.- Identification des composants de la problématique	24
2.5.4.- La solution proposée	25
2.6.- Besoin d'une nouvelle approche de gestion.....	27

CHAPITRE III:

INTÉGRATION À LA MAINTENANCE DES LOGICIELS DES CONCEPTS

ÉCONOMIQUES.....	29
3.1.- Le changement d'approche.....	29
3.2.- La logique du marché.....	31
3.3.- L'impartition : le recours au marché	33
3.4.- Signification de la migration vers le marché concurrentiel	35
3.5.- L'alignement : productivité et utilité	37
3.6.- Tendances à plus long terme.....	39
3.7.- Visualisation de la compétitivité	41

CHAPITRE IV:

LE MODÈLE CONCEPTUEL ALTERNATIF DE GESTION.....

4.1.- Orientation du modèle	45
4.1.1.- Portée du modèle: la maintenance des logiciels.....	45
4.1.2.- Les décisions de gestion courante	48
4.2.- Contraintes à l'implantation d'un modèle économique	49
4.2.1.- Les exigences de l'approche : quantités et prix.....	49
4.2.2.- L'obstacle majeur pour l'implantation : le manque de mesures pertinentes.....	51
4.3.- La prise en compte des outils disponibles.....	53
4.3.1.- Les facteurs affectant l'effort et la productivité.....	53
4.3.2.- Le modèle de gestion de productivité de Sink.....	54

4.3.3.- Le modèle SOFTCALC d'estimation de l'effort.....	57
4.4.- Contenu du modèle conceptuel de gestion.....	59
4.4.1.- Le calcul de la taille du service et de l'effort	60
4.4.2.- Le calcul du coût estimé par service	63
4.4.3.-L'établissement des prix unitaires : négociation et participation	64
4.4.4.- L'inclusion des prix unitaires dans les contrats d'impartition.....	65
4.4.5.- Traitement différencié des services	66
4.4.6.- Gestion des prix : intentionnalité et flexibilité	69
4.4.7.- Gestion de la productivité.....	70
4.4.8.- Conditions d'implantation	72
4.5.- Vue synthétique du modèle proposé	73

CHAPITRE V:

IDENTIFICATION DES MESURES REQUISES.....	76
5.1.- Productivité, caractéristiques du logiciel et de son utilisation	76
5.2.- La mesure des services de maintenance	80
5.2.1.- Proposition pour la maintenance adaptative comportant la modification de fonctionnalités	81
5.2.2.- Proposition pour la maintenance adaptative sans modification de fonctionnalités	83
5.2.3.- Proposition pour la maintenance corrective.....	85
5.2.4.- Proposition pour la maintenance perfective.....	86
5.2.5.- Proposition pour la maintenance préventive	88
5.2.6.- Proposition pour le support à l'utilisateur.....	91
5.3.- Exemples de mesures	93
5.3.1.- Exemple 1 : La technique étendue de points de fonction	93
5.3.2.- Exemple 2 : Facilité d'analyse des pannes	95
5.3.3.- Exemple 3 : Disponibilité des Tutoriels	96
5.3.4.- Exemple 4 : Complexité cyclomatique de McCabe.....	97

CHAPITRE VI:

ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	98
6.1.- Analyse.....	98
6.1.1.- Livrable 1 : Justification de l'approche économique.....	98
6.1.2.- Livrable 2 : Modèle conceptuel de gestion	99
6.1.3.- Livrables 3 et 4 : Les variables et les mesures.....	101
6.2.- Contexte d'interprétation.....	101
6.3.- Extrapolation des résultats	104
6.4.- Travaux futurs.....	106
6.5.- La démarche suivie	107

APPENDICE A:

CADRE DE BASILI ADAPTÉ À LA RECHERCHE EXPLORATOIRE PAR ABRAN ET al.....	110
--	-----

APPENDICE B:

RÉSUMÉ CRITIQUE DU MODÈLE SOFTCALC D'ESTIMATION DE L'EFFORT	113
---	-----

BIBLIOGRAPHIE	116
---------------------	-----

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	Étapes, intrants et livrables	12
3.1	Évolution vers un marché concurrentiel.....	37
3.2	Tendance générale des marchés à long terme	40
3.3	Tendance à long terme des marchés reliés à la haute technologie	41
4.1	La productivité et les dimensions de performance (Sink, 1985)	57
4.2	Migration vers un scénario de traitement différencié	68
4.3	Vue d'ensemble du modèle conceptuel de gestion.....	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
1.1	Cadre de Basili adapté à la recherche exploratoire par Abran et al. (1997)	7
5.1	Caractéristiques du logiciel influençant l'effort et la productivité	77
5.2	Facteurs d'effort maintenance adaptative : modification des fonctionnalités	83
5.3	Facteurs d'effort maintenance adaptative : sans modification fonctionnalités	84
5.4	Facteurs affectant l'effort de la maintenance corrective	85
5.5	Facteurs affectant l'effort de la maintenance perfective	87
5.6	Facteur affectant l'effort de la maintenance préventive	89
5.7	Facteurs affectant l'effort du support à l'utilisateur	92

RÉSUMÉ

La gestion des contrats d'impartition des services informatiques suscite de l'intérêt grandissant aussi bien pour l'industrie que pour les chercheurs dans le domaine de la gestion de l'informatique. Ce sont les préoccupations liées à l'envergure des ressources et à leur croissance qui expliquent le déploiement des contrats d'impartition portant sur la maintenance des logiciels.

Malgré la forte croissance des contrats d'impartition, les objectifs économiques de limiter la croissance des coûts et d'améliorer la gestion des ressources n'auraient pas été atteints dans la pratique. Dans plusieurs cas, des scénarios de frustration sont survenus entre les participants dans les processus, donnant lieu à des conflits et des litiges entre les clients et les fournisseurs des services. Ces conflits ont été expliqués dans la littérature à partir du type d'ententes contractuelles. Ces contrats, à caractère global, à coût fixe et ayant une orientation plutôt technique, définissent une relation asymétrique entre client et fournisseur, qui empêchent une gestion en détail des services et qui posent des obstacles au développement d'une relation d'affaires claire et transparente.

Ce diagnostic a été confirmé lors d'un mandat en industrie portant sur l'analyse et les possibilités d'amélioration des ententes de support et maintenance des logiciels, au sein d'une grande corporation canadienne au cours de 1996.

Les recherches sur l'impartition informatique ont été cependant, plus axées sur l'analyse des facteurs expliquant les décisions d'impartir. La plupart de ces recherches, orientées par la théorie des coûts de transaction n'ont pas fourni des éléments d'amélioration à la gestion courante des services informatiques impartis.

Dans le cadre de cette recherche exploratoire, on propose l'utilisation d'une approche économique, afin d'orienter la gestion de la maintenance de logiciels dans un scénario d'impartition. On propose aussi un modèle conceptuel de gestion, de type normatif, basé sur l'approche économique et sur l'utilisation des concepts quantifiables et des mesures développées dans le domaine de génie logiciel.

La démarche méthodologique suivie a été basée sur le cadre de Basili et al. (1986), adapté par Abran et al. (1997) pour son application aux cas des études de type exploratoire. La définition de la recherche à partir de ce cadre, a permis d'établir les objectifs de recherche suivants :

1. La proposition d'un cadre conceptuel de gestion des contrats d'impartition en maintenance des logiciels.
2. La proposition d'un modèle conceptuel de gestion des services de maintenance dans un contexte d'impartition, basé sur des critères économiques.
3. L'illustration, par des exemples, de quelques mesures demandées par l'implantation du modèle de gestion développé.

Ces trois objectifs ont orienté la planification et la réalisation des différentes étapes de la recherche. Le résultat de chacune de ces étapes est un livrable et l'ensemble des livrables est relié à l'atteinte des objectifs. Les livrables considérés sont au nombre de quatre :

1. La justification de l'utilisation d'une approche économique de la gestion des logiciels dans un contexte d'impartition.
2. Un modèle conceptuel de gestion basé sur des critères économiques.
3. La proposition des caractéristiques du logiciel, des services de maintenance et de l'environnement de fonctionnement du logiciel à mesurer afin d'implanter le modèle.
4. Des exemples de mesure.

La justification de l'approche économique (premier livrable de cette recherche) est basée sur la convenance de transplanter, à la gestion de la maintenance des logiciels, des éléments conceptuels élaborés dans le cadre de la théorie des prix (offre, demande, quantités, prix) et de la théorie de la production (coûts, productivité).

Dans le modèle proposé (deuxième livrable), les décisions courantes sur les services de maintenance des logiciels seront prises sur la base des critères quantitatifs (quantités de services demandés et livrés et de prix unitaires), ce qui amène à une autre logique de gestion basée sur la connaissance des aspects économiques de la maintenance des logiciels.

Toutefois, l'implantation de ce modèle devra faire face à des contraintes posées par les caractéristiques propres du produit logiciel et par le manque de mesures permettant d'identifier clairement les livrables des services de maintenance des logiciels. On propose alors une solution de compromis, visant l'utilisation des outils existants en génie logiciel afin d'approximer les extrants des services de maintenance et leur valorisation. Cette solution suppose une démarche basée sur le calcul du coût de l'effort comme point de départ, pour établir des prix à travers un processus de négociation entre le client et le fournisseur.

L'implantation du modèle devra se faire à partir de l'inclusion des paramètres régissant la transaction des services (prix et quantités) dans les contrats d'impartition qui deviendront des véritables guides de gestion. Cette inclusion ne sera pas pourtant uniforme. Il faudra prévoir des traitements différenciés pour les divers services en fonction des possibilités de gérer les distincts services selon les quantités livrées et les prix unitaires. L'implantation du modèle suppose aussi l'établissement des politiques de gestion flexible de prix et de gestion de la productivité.

En vue de l'implantation du modèle, on présente aussi dans ce travail, un inventaire des caractéristiques du logiciel, des modifications apportées avec la maintenance et de l'environnement où le logiciel fonctionne (troisième livrable). Cet inventaire est orienté vers la définition des modèles de calcul de la productivité et l'effort pour chaque catégorie de maintenance, ce qui servira de base à l'établissement des prix et à l'identification des livrables en accord avec la démarche proposée. On présente aussi des exemples de mesure (quatrième livrable) illustrant la quantification de ces caractéristiques portant sur des attributs de taille, de qualité et de complexité.

INTRODUCTION

grandissant aussi bien pour l'industrie que pour les chercheurs dans le domaine du génie logiciel.

de l'impartition informatique comme nouvelle modalité de gestion, justifient le recours à de nouveaux outils de gestion pour rendre plus efficace l'utilisation des Technologies de

Ce contexte pose des défis importants pour la gestion de l'impartition et demande le développement d'outils quantitatifs appropriés pour la gestion courante de l'utilisation des

Comme dans d'autres domaines, l'emploi et le déploiement d'outils analytiques développés par d'autres disciplines offrent des voies intéressantes pour l'amélioration de l'instrumental

fournir des critères de gestion quantitatifs importants pour la maintenance des logiciels dans un contexte d'impartition. Ainsi, les concepts économiques et leur application pratique dans le

maintenance.

Quelques essais d'utilisation des concepts économiques dans la gestion des logiciels ont été

Boehm (1981) fournit

un exemple de ce type d'essais, à partir des travaux qu'ont abouti à la formulation du *Constructive Cost Model*

l'importance de l'emploi de ces concepts pour la mesure et la gestion de la productivité des

logiciels ; plus récemment Lacity et al. (1993, 1995, 1997), ont exploré des explications économiques à l'impartition informatique.

Par rapport au développement des logiciels, la maintenance continue à être relativement négligée dans le domaine de la gestion de l'informatique et dans l'attention reçue de la part des recherches spécialisées (Swanson et Beath, 1989), malgré la proportion élevée des budgets qui lui sont accordés, entre 50 et 70% des coûts totaux du logiciel selon différentes sources (Arthur, 1988 ; Swanson et Beath, 1989 ; Sharpe et al., 1991).

L'apparition récente de nouveaux facteurs contextuels, comme la croissance de l'impartition informatique et le développement des mesures adressant les fonctionnalités des systèmes logiciels, rend possible l'ouverture de nouvelles pistes de recherche permettant d'incorporer l'intégration de la logique économique à la gestion des services informatiques.

Dans cette recherche exploratoire on analyse l'application de concepts développés dans le cadre de la théorie économique, sur la gestion des contrats d'impartition de maintenance des logiciels. Les objectifs de cette recherche, définis à partir du cadre de Basili (1986) modifié par Abran et al. (1997), sont trois :

1. La proposition d'un cadre conceptuel de gestion quantitative des contrats d'impartition en maintenance des logiciels.
2. La proposition d'un modèle conceptuel de gestion des services de maintenance dans un contexte d'impartition, basé sur des critères économiques.
3. L'illustration, par des exemples, de quelques mesures demandées par l'implantation du modèle de gestion développé.

On vise d'explorer ainsi un nouveau cadre conceptuel de gestion quantitative de l'impartition, conçue comme une modalité de recours au marché, dans un processus de recherche de mécanismes d'évaluation économique de la gestion. Ce cadre conceptuel est basé sur l'utilisation de concepts économiques (reliés à un environnement de marché) pour la gestion courante de l'impartition de la maintenance.

participants dans l'entente d'impartition, le client et le fournisseur des services, tout en actuellement, vers le terrain économique, plus compatible avec l'ensemble des processus

Dans le premier chapitre de cette activité de synthèse, nous présentons le cadre méthodologique recherche en gestion des logiciels de cadre, définition du projet de recherche et planification de la recherche, sont aussi présentées

Ensuite, on met en évidence les principaux intrants de la phase d'exécution du projet. Le concept d'impartition, la spécificité des services logiciels, les résultats de la gestion portant sur la nécessité d'adopter une nouvelle approche de gestion, fait le point de ce chapitre.

Les livrables de la recherche sont exposés dans les chapitres suivants. Le troisième chapitre, recours au marché qui est sous-jacent au concept d'impartition, le processus de migration vers un scénario de marché concurrentiel, et les concepts économiques à la base de la logique du

Le quatrième chapitre est consacré à la présentation d'un modèle conceptuel de type normatif. Face aux exigences de définition des quantités et des prix des livrables que suppose l'approche propose une démarche progressive de définition de prix sur la base des outils de mesure existant en génie logiciel. Les prix seraient ainsi établis par négociation à partir des coûts

L'identification des caractéristiques du logiciel, des services de maintenance et de leur environnement, à prendre en compte pour le calcul du coût, constitue le sujet du chapitre suivant qui présente aussi des exemples de mesure illustrant la quantification de ces caractéristiques de taille, de qualité et de complexité.

Dans le dernier chapitre, on présente l'analyse des résultats et les composants de la dernière phase du cadre modifié de Basili et al. (1986) qui porte sur l'interprétation des résultats : le contexte d'interprétation, l'extrapolation possible des résultats de cette recherche et les travaux futurs à entreprendre à la lumière des résultats et des défis posés. Finalement, une brève évaluation de la démarche méthodologique suivie est présentée.

CHAPITRE I

PRÉSENTATION DU TRAVAIL

1.1.- Démarche méthodologique

La démarche méthodologique suivie dans cette recherche a été basée sur le cadre d'expérimentation proposée par Basili et al. (1986). Ce cadre a été adapté pour son application dans des études exploratoires par le Laboratoire de recherche en gestion des logiciels de l'UQAM.

Conçu initialement pour «aider la structuration des processus expérimentaux et pour fournir un schéma de classification visant la compréhension et l'évaluation des études expérimentales», ce cadre conceptuel comprend quatre phases : définition, planification, exécution et interprétation.

Des applications réussies de ce cadre ont été reportées et illustrées à quelques reprises dans la littérature (Bourque et Côté, 1991; Abran, Laframboise et Bourque, 1997). Dans ces expériences, on a pu constater que ce cadre encourage les chercheurs à énoncer correctement le but et les objectifs du projet avant de définir en détail les mesures et les échantillons. Ces définitions assurent une collecte des données en fonction de ce qu'on doit effectivement mesurer. Le cadre encourage aussi une interprétation meilleure des résultats et met en perspective leurs possibilités de généralisation. De manière générale, l'utilisation du cadre permet une articulation et une correspondance entre les différents composants de la recherche.

Cependant, le cadre de Basili et al. (1986) a été utilisé dans des projets où le corpus de connaissance est déjà avancé et structuré et où la collection extensive de données est possible. Dans le contexte de recherche exploratoire, où les concepts ne sont pas encore bien définis et/ou le corpus de connaissance n'est pas encore bien structuré, une certaine adaptation au cadre est requise.

La recherche exploratoire vise à introduire les chercheurs dans de nouveaux domaines de recherche pour initier l'étude de ces domaines et pour préparer les recherches postérieures, ceci par la génération des hypothèses plausibles, mais qui demandent encore des validations empiriques. Ces hypothèses peuvent être proposées comme modèles pour expliquer un certain phénomène ou un ensemble de rapports. Cependant, la répétabilité constitue une exigence fondamentale dans ce type de recherche.

En fournissant un protocole de recherche simple et facile à utiliser, l'adaptation du cadre de Basili réalisée par Abran et al. (1997) permet de réaliser et de documenter des projets de recherche exploratoire. Ceci améliore significativement leur répétabilité, sans compromettre la créativité qui se trouve au cœur de ce type de recherche.

L'adaptation réalisée par Abran et al. (1997) ne modifie pas la structure de quatre phases du modèle initial. Cependant, dans la mesure où cette recherche exploratoire ne comporte pas une collecte de données formelle dans le sens statistique, les stades à l'intérieur des quatre phases, concernant les définitions du modèle d'échantillonnage et des statistiques, ont été enlevés du cadre. En substitution, on a considéré des définitions concernant les étapes, les intrants et les livrables du projet. Le cadre adapté pour le cas des recherches exploratoires est présenté dans le tableau 1.1. Un résumé du cadre dûment rempli est aussi présenté dans l'appendice 1.

1.1

1.- Définition			
Motivation		Propos	Utilisateurs
2.- Planification			
Étapes du projet	Intrants	Livrables	
3.- Exécution			
Étape 1	Étape 2	Étape 3	Analyse
4.- Interprétation			
Contexte d'interprétation	Extrapolation des résultats	Travaux futurs	

1.2.- Définition du projet

On présente dans cette section le contenu de la première phase du cadre de Basili modifié qui permet d'aboutir à la définition des objectifs et des limitations du projet de recherche.

1.2.1.- Motivation, objet de l'étude et propos

La motivation de ce projet de recherche est énoncée en termes de l'amélioration de la compréhension et de la maîtrise de la gestion de la maintenance des logiciels, particulièrement dans un contexte d'impartition.

L'objet de l'étude est la gestion des contrats d'impartition portant sur la maintenance des logiciels.

Le propos du travail concerne la modélisation conceptuelle de la gestion quantitative des contrats d'impartition en maintenance des logiciels, basée sur des critères de rationalité économique.

1.2.2.- Utilisateurs

Les groupes d'utilisateurs qui bénéficieront directement des livrables à fournir par ce projet seront les suivants :

- Les gestionnaires en informatique en général et en maintenance des logiciels en particulier, qui disposeront de nouveaux outils de gestion.
- Les consultants dans les domaines de gestion de l'informatique, des programmes de mesures et de génie de logiciel, qui pourront trouver dans ce projet de nouveaux instruments de travail.

- Les organisations des clients et des fournisseurs des services de maintenance des logiciels, dont leurs relations d'affaires pourraient être régies en termes économiques, en rendant possible une relation plus stable et transparente.
- Les chercheurs en maintenance des logiciels, en génie logiciel et en gestion de l'informatique. Ces chercheurs bénéficieront de l'emprunt des concepts développés dans la théorie économique, et trouveront de nouvelles pistes de recherche.

1.2.2.- Objectifs

Tel que spécifié lors de la proposition de cette activité de synthèse, les objectifs de ce projet de recherche sont au nombre de trois :

1. La proposition d'un cadre conceptuel de gestion quantitative des contrats d'impartition en maintenance des logiciels.
2. La proposition d'un modèle conceptuel de gestion des services de maintenance, dans un contexte d'impartition, basé sur des critères économiques.
3. L'illustration, par des exemples, de quelques mesures demandées par l'implantation du modèle de gestion développé.

1.2.3.- Limites de la recherche

Quant aux limites de cette recherche exploratoire, on a identifié les suivantes comme étant les principales :

- Cette recherche porte sur la proposition d'un cadre conceptuel de gestion quantitative dans un contexte d'impartition. Ce cadre serait applicable aux cas de contrats d'impartition entre

deux organisations et aux cas des ententes à l'interne entre le département de la maintenance informatique et les unités organisationnelles faisant appel à ces services.

- L'étude ne porte pas sur la décision d'impartir les services informatiques. Elle porte sur la gestion courante des services de maintenance des logiciels dans un environnement d'impartition.
- Le projet ne couvre pas l'application concrète des propositions développées, ni les modifications proprement dites au processus de maintenance, à la gestion des contrats et aux politiques de l'organisation à cet égard.
- Le projet ne couvre pas l'analyse des impacts stratégiques du processus d'impartition.
- Les mesures seront présentées uniquement à titre d'illustration. Elles feront partie d'un programme global de mesures de plus grande envergure, dont le développement ne fait pas partie de cette recherche.
- Cette recherche est basée sur des informations publiées concernant l'impartition informatique et sur l'évaluation détaillée des ententes de service d'une organisation où l'auteur de cette recherche a réalisé un mandat au cours de 1996.
- Les outils d'analyse économique utilisés dans cette recherche sont basés sur des concepts développés dans le cadre de la théorie économique néoclassique.

1.3.- Planification : Étapes, intrants et livrables

Quatre étapes ont été identifiées et planifiées pour la réalisation de cette recherche. Les intrants que ces étapes demandent sont constitués fondamentalement par des travaux d'ordre théorique

et pratique sur le sujet de cette recherche. Ces travaux ont été identifiés notamment à partir d'une revue de la littérature spécialisée, des expériences d'experts spécialisés dans le domaine de la mesure en génie logiciel et des expériences directes de l'auteur de la recherche.

Le produit résultant de chacune des étapes est un livrable et l'ensemble des livrables correspond aux objectifs de la recherche présentés dans la phase de définition du projet.

Une vue synthétique des différentes étapes, intrants et livrables de cette recherche, est présentée dans la figure 1 dont le contenu en forme de tableau fait partie de l'appendice A.

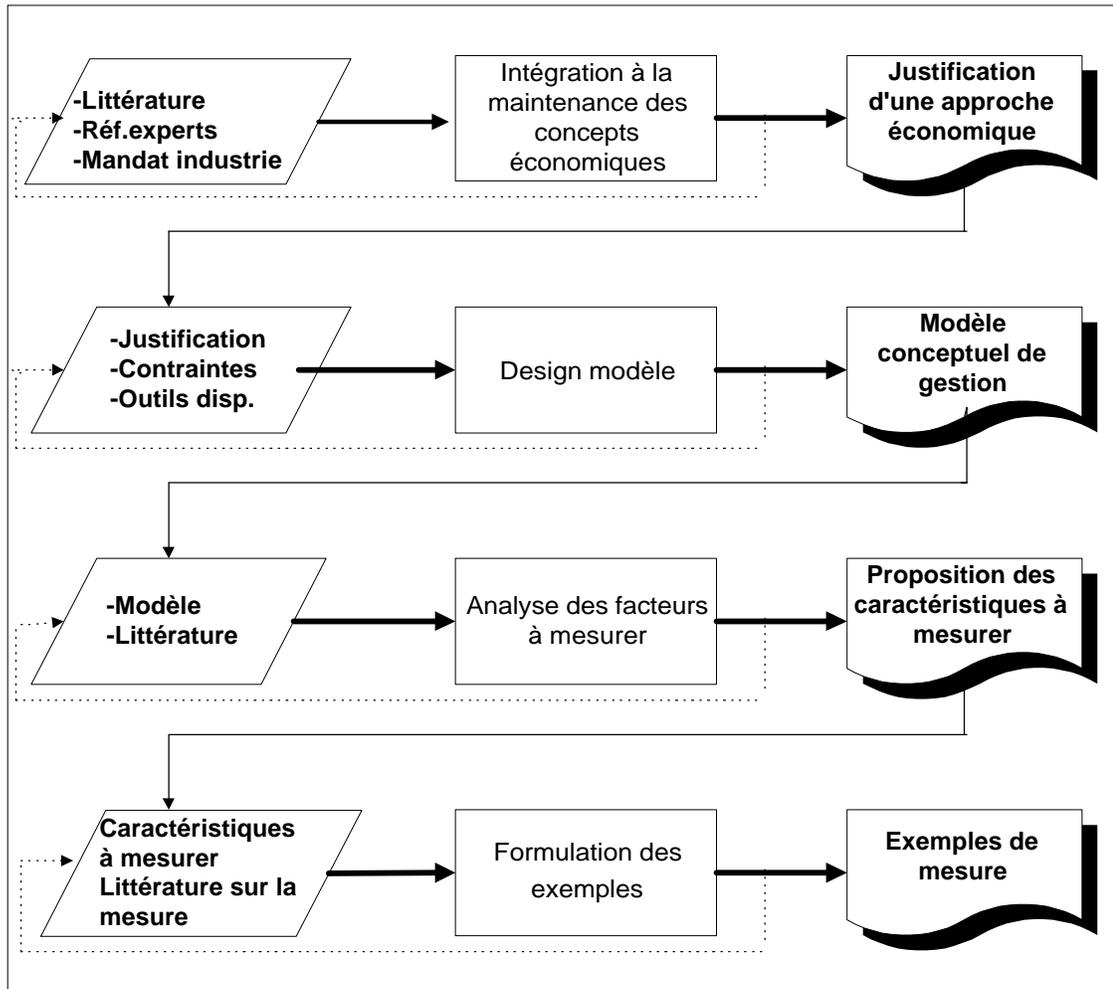


Figure 1.1
Étapes, intrants et livrables

CHAPITRE II

L'IMPARTITION INFORMATIQUE

En partant du concept d'impartition, de sa signification économique et des particularités posées par l'impartition des services informatiques, on présente dans ce chapitre un bilan des résultats des expériences en industrie et des interprétations théoriques qu'on retrouve dans la littérature. Un résumé du diagnostic des ententes de service évaluées par l'auteur dans le cadre d'un projet en industrie, est également présenté. Une brève discussion sur la nécessité d'adopter d'une nouvelle approche pour gérer l'impartition en informatique est aussi présentée vers la fin du chapitre.

2.1.- Le concept d'impartition

Dans la littérature spécialisée, on retrouve plusieurs définitions pour caractériser le phénomène de l'impartition. L'impartition est ainsi définie comme la pratique de se procurer certains biens ou services hors de l'entreprise (Engelke, 1996). D'autres auteurs mettent l'accent sur le contrôle de la décision d'impartir, en la définissant comme le fait de confier une activité à un tiers tout en gardant la maîtrise de l'œuvre (Godin, 1996). Pour d'autres (Minoli, 1995), des aspects liés à la spécialisation justifieraient les décisions d'impartition. Aubert (1992) quant à lui, définit l'impartition des ressources informatiques comme la cession d'une partie ou de la totalité des activités informatiques d'une firme A à un contractant externe B, tout en assumant que B est mieux équipé pour effectuer cette activité et qu'il peut alors se concentrer sur son champ d'expertise propre.

Barreyre (1985) de son côté essaie d'approcher ce phénomène dans une perspective plus économique et définit l'impartition comme la désintégration verticale ou comme " l'inverse de l'intégration verticale des organisations ", ce qui suppose un processus de faire appel au

marché pour se procurer des biens ou des services, lesquels auraient été fournis à l'interne avant le début du processus. L'impartition se situerait dans l'enjeu *DIOCO (Doing in House Or Contracting Out)*, en se reliant aux diverses pratiques de sous-traitance (Barreyre, 1988). Dans cette perspective, la logique de l'impartition est reliée à l'application des critères économiques de coût-bénéfice.

Pour Barreyre (1988, 1985), l'impartition revêt aussi un caractère stratégique, tout en supposant un potentiel majeur dans la re-définition des avantages compétitifs et dans la gestion des ressources externes des organisations. L'impartition se relierait au développement de pratiques plus étroites de partenariat et collaboration entre différentes firmes. (Barreyre, 1988). L'impartition tend aussi à remettre en question les notions de structure et de frontière de la firme, en créant des situations intermédiaires, hybrides, entre les relations de marché traditionnel et l'intégration d'une transaction à l'intérieur de l'entreprise (Aubert et al. 1994). Dans ce sens, le concept d'impartition induit une vue intégrée de l'enjeu " faire ou faire faire " dans la gestion stratégique de l'organisation, et une conception stratégique visant des synergies de coopération basées sur la confiance mutuelle entre partenaires (Barreyre 1985).

Les auteurs cités ci-dessus identifient par ailleurs plusieurs raisons qui supporteraient la décision d'impartir. *The Outsourcing Institute* (1996) a résumé ces raisons en dix points :

1. La concentration des organisations dans leur mission.
2. L'accès aux meilleures expertises de l'industrie.
3. Les bénéfices d'un ré-ingénierie accélérée.
4. Le partage des risques.
5. La réorientation de ressources.
6. La réduction et le contrôle des coûts opérationnels.
7. La disponibilité de fonds de capital.
8. L'injection de liquidités.
9. L'accès à des ressources non disponibles à l'interne.
10. Les difficultés de gestion ou la perte de capacité de contrôle.

Jones (1997) retient ces raisons dans le contexte de l'impartition informatique et considère les cinq premières comme des raisons stratégiques et les cinq autres comme des raisons tactiques.

Cependant dans le fond, ces raisons concernent des facteurs fondamentalement économiques. Derrière les dix raisons mentionnées, on peut retrouver ainsi les notions de gestion des coûts, d'utilisation des ressources, et de recherche de compétitivité qui sont très largement traitées dans le contexte de la théorie économique.

De plus, des recherches réalisées par Lacity et al. (1996), Lacity et Willcocks (1996), Willcocks et al. (1996) et Lacity et Hirschheim (1993) auprès plus d'une centaine de grandes organisations nord-américaines et européennes, montrent que la motivation fondamentale de l'impartition aurait été plutôt économique (diminution des coûts, accès à de nouvelles ressources), bien que souvent accompagnée de facteurs politiques exerçant parfois des influences considérables à l'intérieur des organisations.

2.2.- La spécificité des services logiciels

Les services logiciels possèdent des caractéristiques qui les rendent différents de la plupart des produits et services qui font couramment l'objet de transactions dans un marché. Ces caractéristiques conditionnent un traitement économique particulier et rendent plus difficile l'application de règles de comportement régissant normalement les transactions d'autres types de biens.

Au sujet du traitement des transactions impliquant des services informatiques, Lacity (1995) mentionne comme des particularités importantes à être considérées dans le cadre de contrats d'impartition informatique, les six suivantes :

1. L'évolution rapide des technologies de l'information (TI).

2. Les changements rapides des aspects économiques sous-jacents aux TI.
3. La pénétration des systèmes d'information (SI) dans les fonctions d'affaires.
4. Les coûts élevés de changement des TI et SI.
5. L'inexpérience des clients avec l'impartition.
6. L'efficacité économique est déterminée par les pratiques de gestion des systèmes d'information plutôt que par les économies d'échelle.

À ces particularités, on pourrait ajouter d'autres qui relèvent de la nature économique des services de logiciel et qui ont des conséquences directes dans la définition des variables définissant une relation économique. On pourrait retenir ainsi sept autres caractéristiques, dont les quatre premières ont été déjà signalées par Aubert (1994) et Boar (1994) :

1. Le caractère immatériel des SI.
2. Le manque de normalisation qui découle de l'hétérogénéité des activités informatiques et de ses ressources, processus et produits.
3. L'incertitude des activités informatiques et les hauts niveaux de risque.
4. La rareté des mesures qui rend difficile de gérer les SI de manière quantitative, aussi bien que la compréhension des aspects économiques associés à la gestion des SI.
5. L'accent des relations établies mis sur des aspects techniques plutôt qu'économiques.
6. Le quasi-monopôle des connaissances techniques de la part du fournisseur de ces services.
7. Les structures plutôt d'oligopole ou de concurrence monopolistique des marchés des TI.

Les caractéristiques particulières citées conditionnent, dans plusieurs cas, un traitement spécial pour les activités de maintenance des logiciels vis-à-vis d'autres activités de maintenance dans l'industrie. Plusieurs des concepts et des règles s'appliquant dans ce dernier domaine ne semblent ainsi pas avoir une application directe dans le cas de la maintenance des logiciels. La nature même de la maintenance des logiciels s'avère être différente : la maintenance industrielle est ainsi le plus souvent liée à la dégradation de l'objet à maintenir comme résultat de son utilisation, ce qu'on peut constater dans le cas des composants matériels, mais ce n'est pas applicable dans les cas des composants logiciels, lesquels ne sont pas exposés à un processus d'usure physique.

2.3.- Bilan de l'impartition des services informatiques

L'impartition qui dans l'informatique impliquerait des montants avoisinant les 50 milliards US\$ en 1994, avec un rythme de croissance annuel estimé à 15% (Willcocks, 1996). Toutefois, les objectifs fixés au début des contrats seraient souvent loin d'être atteints. Aubert et al. (1995), Jones (1996) et Lacity et al. (1996, 1995, 1994) fournissent plusieurs exemples à cet égard.

Selon Lacity et Hirschheim (1993), les communiqués publics sur les contrats d'impartition signés, expliqueraient une partie importante des attentes non atteintes. Ces communiqués, constitués principalement par les publications, les séminaires sur l'impartition et les sollicitations des vendeurs de services, auraient beaucoup influencé les décisions prises à cause de leurs objectifs très optimistes, qui exagéraient certains aspects favorables en ne montrant que des réussites potentielles en début du cycle, plutôt qu'à la fin du cycle complet de l'impartition, et à cause que ces communiqués omettaient des échecs.

Jones (1996) souligne la frustration croissante des acheteurs des services impartis et constate des conflits et litiges croissants entre vendeurs et acheteurs de ces services. Les caractéristiques des contrats, passés en termes fixes et globaux et sans mesures régissant clairement la relation entre client et fournisseur, expliqueraient en grande partie les scénarios de frustration, de conflits et de litiges. La mé-compréhension des services contractés et l'ambiguïté des termes des contrats seraient à la source de ces conflits (Jones, 1996).

La plupart des contrats d'impartition sont définis en termes globaux et sur une base de prix fixes, ce qui est considéré par Lacity (1997) comme les «pires pratiques» (*worst practices*) émanant de l'impartition totale. Par contre, la facturation basée sur des prix unitaires, les contrats détaillés (en définissant le plus possible le détail des niveaux et des performances des

services compris), le suivi des contrats, la «taylorisation» des contrats en fonction des nécessités du client et les mécanismes d'ajustement, se trouveraient parmi les «meilleures pratiques» (*bests practices*) identifiées par cet auteur (Lacity, 1997).

Dans la plupart des contrats d'impartition, les niveaux des services et leurs caractéristiques ne sont que très peu connues. Selon Jones (1996), l'absence de mesures permettant d'identifier et de valoriser ce qui est effectivement livré se trouve au cœur des frustrations et des conflits constatés. La vision qui prédomine actuellement dans les contrats d'impartition est celle du fournisseur, et non pas celle du client dans une relation d'affaires. Dans ce sens, l'informatique continue d'être une "boîte noire" pour les utilisateurs qui ne sont pas capables de la comprendre, ni d'établir les liens entre leurs besoins et les services qu'ils reçoivent. La gestion des contrats manquerait ainsi de clarté et de transparence pour l'utilisateur (Jones, 1996).

2.4.- Les interprétations : l'état de la recherche

Dans la littérature sur l'impartition, on ne trouve que peu de travaux qui analysent ce phénomène dans une perspective économique. En outre, la plupart de ces travaux portent sur la décision d'impartir plutôt que sur la gestion courante des services informatiques impartis.

La décision d'impartir a été ainsi analysée par plusieurs travaux basés sur la théorie des coûts de transaction (Aubert et al., 1992, 1994, 1995b). À partir cette théorie, Aubert (1994) essaie de «prédire si les activités doivent être gérées à l'interne ou imparties vers des fournisseurs externes»¹. Son modèle d'analyse emprunté à Williamson (1985) et reproduit aussi par Boar (1994) et par Lacity et Hirschheim (1993), est basé sur les hypothèses suivantes :

¹ Aubert (1994), page 27.

- L'existence de coûts de transaction non-négligeables. Dans les cas de certaines transactions complexes, ces coûts peuvent s'avérer plus élevés dans un environnement marchand par rapport à un contexte de régie interne.
- La défaillance du système de prix.
- La "rationalité limitée" des agents économiques.
- Le comportement "opportuniste" de ces agents, dont le petit nombre de vendeurs fait augmenter les coûts de coordination et l'existence de contrats fait diminuer ces coûts.

La décision entre faire appel au marché ou faire à l'interne dépendrait des cinq facteurs suivants :

1. La spécificité des actifs (physiques ou humains).
2. L'incertitude associée à la transaction.
3. La fréquence de la transaction.
4. Les problèmes de mesure.
5. Le contrôle et la source de l'investissement.

Plusieurs modalités de gestion des TI sont identifiées et analysées par Aubert (1994) sous la perspective des coûts de transaction. Comme résultat, certaines transactions complexes (services informatiques parmi elles) ne pourraient pas être régies par un système de prix dans ce contexte, ce qui obligerait l'utilisation d'autres systèmes de gouvernance des transactions, comme la gestion à l'interne de la hiérarchie organisationnelle ou les contrats relationnels. En fonction de ce schéma d'analyse, Aubert (1994) suggère que l'opération des systèmes informatiques soit plus adaptable à une gouvernance par le marché, tandis que le développement des logiciels (catégorie où la maintenance est incluse) devrait être géré à l'interne. Cette proposition s'appuie sur la plus grande spécificité des actifs, une plus grande incertitude des activités de développement (non différenciées de la maintenance), la fréquence moindre des transactions que le développement suppose, la carence de mesures appropriées pour évaluer la performance du développement, et le contrôle du processus qui demande des contrats plus complexes.

Ces conclusions d'Aubert pourraient toutefois être contestées sur la base des constats suivants :

- Les travaux d'Aubert et al. (1992, 1994, 1995b) ne concernent que la décision d'impartir. Ils ne fournissent pas (ni le prétendent) des éléments pouvant guider la gestion courante de l'impartition informatique, une fois prise la décision d'impartir.
- Les types de mesures qu'on retrouve dans les travaux d'Aubert ne portent pas sur la gestion courante de l'impartition et en plus elles ne prennent pas en compte les développements récents en génie logiciel dans le domaine de la mesure. Ces développements touchent autant les mesures de qualité que les mesures de taille fonctionnelle des logiciels. Ces nouvelles mesures sont susceptibles de fournir des éléments importants pour l'évaluation de la performance des activités de développement et les risques associés.
- On constate d'ailleurs, dans ces travaux (Aubert et al. 1992, 1994, 1995b), que les hypothèses de l'approche des coûts de transaction ne seraient pas rencontrées dans la pratique ou seraient comprises comme des cas particuliers dans le cadre de la théorie économique néoclassique. L'utilisation de cette approche par Aubert et al. (1992, 1994, 1995b), se heurte ainsi aux limitations conceptuelles de l'approche elle-même, comme le manque de rigueur, le manque de précision des concepts, les hypothèses contradictoires et irréalistes (Niosi, 1995). La décision d'impartir qu'on prétend expliquer à partir de cette approche, peut néanmoins être expliquée et comprise dans le cadre de la théorie économique néoclassique.

De leur côté, Lacity et Hirschheim (1993) utilisent deux approches pour encadrer leur recherche : coûts de transaction, en utilisant également les travaux de Williamson (1985), et le modèle de pouvoir politique développé par Pfeffer (1981).

En analysant 13 cas d'organisations qui ont fait face à des décisions d'impartir leurs ressources informatiques, Lacity et Hirschheim (1993) nous démontrent que dans certains cas, des raisons politiques internes aux organisations contribuent à expliquer les décisions prises. Mais ces raisons n'agissent que comme des distorsions, parfois importantes, dans une logique

générale du processus décisionnel, supportée par des arguments économiques (Lacity et Hirschheim, 1993) à partir de l'approche des coûts de transaction.

Ces auteurs font le sommaire des propositions de Williamson en formulant cinq hypothèses :

1. Quand on considère seulement les coûts de production, le marché est plus efficace.
2. Quand on considère seulement les coûts de transaction, les régies internes sont les plus efficaces.
3. Quand on prend en compte les deux, le marché est plus efficace, sauf dans les cas des transactions récurrentes à fort contenu d'idiosyncrasie, des transactions incertaines comportant des actifs très spécifiques, et des transactions comportant un petit nombre de fournisseurs.
4. Le marché peut être plus efficace en sacrifiant les caractéristiques spécifiques demandées par le client.
5. Le marché peut être plus efficace en minimisant les coûts associés à l'opportunisme par l'entremise de contrats appropriés.

Néanmoins, ces auteurs prennent des distances vis-à-vis de l'utilisation de l'approche des coûts de transaction. En analysant 61 décisions portant sur l'impartition, prises par 40 organisations aux États Unis et en Grande Bretagne, ces auteurs identifient 35 anomalies dans l'explication des décisions à partir de cette approche. Ces auteurs proposent que les ambiguïtés de langage et le manque d'unité d'analyse soient les principaux obstacles pour l'opérationnalisation de la théorie des coûts de transaction. Dans ce contexte, Lacity et Willcocks (1996) concluent «qu'on n'est pas en mesure de corroborer ou de réfuter la théorie des coûts de transaction»².

Dans leurs recherches plus récentes, ces auteurs mettent l'emphase sur la valeur de l'impartition sélective des TI qui rend compte d'une tendance importante dans le développement futur de l'impartition informatique (Lacity et al., 1995, 1996, 1997). Dans cette nouvelle approche, ils prônent l'impartition des services informatiques de manière

² Lacity et Willcocks (1995), page 240.

sélective, de manière individuelle, par service ou groupe de services, et en fonction de la réalité concrète de chacun de ces services dans le contexte de chaque réalité organisationnelle. La décision d'impartir doit alors être basée sur trois types de considérations :

1. Considérations d'affaires : contributions des TI aux opérations et au positionnement.
2. Considérations économiques, comportant des comparaisons entre l'impartition et la gestion interne des services à partir des pratiques de gestion et des économies d'échelle.
3. Considérations techniques, en adressant la maturité technique et le degré d'intégration des TI.

D'après Lacity (1997), les avantages de l'impartition sélective seraient au nombre de cinq :

1. Sélectionner *The best of breed* pour chaque activité ou groupe d'activités.
2. Créer un environnement compétitif permettant de surmonter les obstacles organisationnels et motivant la performance.
3. Fournir une plus grande flexibilité pour s'adapter aux modifications.
4. Capitaliser l'apprentissage organisationnel.
5. Diminuer les risques associés à l'impartition totale.

2.5.- Mandat en industrie

Un mandat réalisé en industrie au cours de 1996, par l'auteur de cette activité de synthèse, a joué un rôle majeur dans la définition de cette recherche. Ce mandat a permis d'observer des pratiques et des problèmes reliés à la gestion de l'impartition en maintenance des logiciels. Il a permis aussi d'initier l'élaboration du modèle conceptuel de gestion proposé dans cette activité de synthèse.

2.5.1.- Description du contexte

Le mandat a été réalisé au sein d'une grande corporation canadienne opérant dans un secteur de technologie de pointe et très exposé à la concurrence. Cette entreprise gère une plate-forme informatique très complexe intégrant 10 000 stations de travail et 80 applications logicielles déployées au niveau canadien.

La maintenance des logiciels analysée est sous la responsabilité d'une des filiales de la corporation. Sous une perspective stratégique, cette filiale, spécialisée dans le domaine des TI, vise à devenir un chef de file mondial dans la production des services informatiques spécialisés dans le secteur d'activité de la corporation mère.

La maintenance des logiciels est régie par des ententes de service ou *Service Level Agreements* (SLAs), qui constituent des documents contractuels passés entre la corporation et sa filiale et où on spécifie les services compris dans la maintenance, leurs niveaux, leur valeur globale, les responsabilités des participants et les procédures de gestion.

La relation générée par ces ententes de service entre la corporation et sa filiale, constitue une modalité particulière d'impartition des services informatiques. Cette relation est régie ainsi par des contrats formels entre deux unités organisationnelles indépendantes organiquement et répondant à des missions et objectifs différents, malgré les liens patrimoniaux en place.

2.5.2.- Processus d'analyse

Notre travail dans ce mandat a consisté à analyser le contenu de ces ententes de service, à observer la relation établie entre le client (l'organisation utilisatrice des services informatiques)

et le fournisseur (la filiale), à analyser les problèmes de gestion découlant de cette relation et à la proposition des mécanismes d'amélioration de la gestion et de re-définition des caractéristiques des *SLA* en place. C'est dans ce contexte que les fondements d'un modèle de gestion distinct ont été esquissés, modèle qui mettait l'accent sur des aspects quantitatifs et sur l'applicabilité des concepts économiques à la gestion de l'impartition en maintenance, en vue d'apporter des améliorations à l'utilisation des services informatiques, dans une perspective de moyen et long terme.

Ce mandat a été basé sur l'étude des *SLA* en vigueur, des propositions de modifications et d'autres documents internes, des rencontres avec des cadres des organisations du client et du fournisseur, et avec des consultants externes spécialisés dans le domaine des mesures en génie logiciel. Avec ces consultants, l'auteur de cette recherche a participé dans des groupes de discussion portant sur l'implantation de programmes de mesure des logiciels.

2.5.3.- Identification des composants de la problématique

À partir de ces sources d'information, plusieurs problèmes de gestion ont été identifiés. Ces problèmes recoupaient, dans la plupart des cas, les problèmes mentionnés par la littérature (Jones, 1996 ; Lacity, 1993, 1995, 1996, 1997; Aubert, 1994, 1995b):

- La maintenance des logiciels est régie par un contrat à coût fixe dont la valeur est exprimée dans un montant global et unique.
- Du fait que les niveaux des services ne sont que très peu détaillés et connus, le montant global des contrats n'apparaîtrait pas comme ayant des liens directs avec les niveaux des services rendus.
- Les ententes et la gestion reflètent fondamentalement une perspective du fournisseur, interne aux processus techniques de la maintenance des logiciels et concernant seulement des niveaux opérationnels. Cette perspective privilégie l'implantation d'innovations techniques sans évaluation économique rigoureuse en faisant souvent abstraction de la perspective du client.

- La relation ne correspond pas à une relation d'affaires qui résulte des perspectives du fournisseur et du client. Dans ce scénario, on n'est pas capable d'identifier les demandes du client, ni les quantités de services fournies, ni les prix auxquels elles sont fournies.
- Par conséquent, le client n'est pas en mesure de gérer les services qu'il reçoit, ni ses relations avec le fournisseur, ni les contrats. Il n'est pas en mesure non plus, de se comparer au marché, ni de connaître la productivité ni la rentabilité des services de maintenance, ce qui représente une source non-négligeable d'inefficacités du point de vue économique.
- Par ailleurs, le manque de connaissance occasionne une frustration croissante de la part des utilisateurs.
- Les inefficacités de gestion favorisent aussi la détérioration des niveaux des services qui se manifeste par de multiples incidents, souvent non explicables aux yeux des utilisateurs, par des interruptions de service et par la désinformation sur les services reçus. Ce contexte contribue à l'insatisfaction des utilisateurs.
- En outre, il n'existe que très peu de mesures de gestion. Les rares mesures existantes sont d'ordre technique et ne reflètent pas le point de vue de l'utilisateur.
- Dans ce contexte, l'utilisateur n'est pas capable de gérer son budget de maintenance, malgré l'envergure des montants. Il ne dispose d'aucune référence pour le faire. La gestion de la maintenance des logiciels apparaît à ses yeux comme une véritable «boîte noire», dont le contenu est impossible de décoder.

2.5.4.- La solution proposée

L'amélioration de la gestion de la maintenance proposée dans le cadre de ce mandat implique un changement de perspective dans la définition des SLAs. On a proposé de migrer, d'un scénario de "boîte noire" pour le client, où les décisions étaient basées sur des critères techniques et les contrats à coût global ne permettent pas une gestion détaillée des services, vers un scénario régi par des critères économiques qui reflètent la perspective du client autant que celle du fournisseur des services, et où les décisions de gestion se basent sur

l'individualisation des services et l'établissement de prix unitaires valorisant l'unité du service demandé et rendu.

Les SLAs contiendraient ainsi des définitions plus approfondies des services et orienteraient les décisions en fonction des paramètres quantitatifs établis dans l'entente.

Cependant, l'accomplissement du changement de scénario n'aurait été possible qu'à long terme, étant donné l'état des connaissances des services de maintenance et la disponibilité de l'information requise pour la définition des livrables des services. Dans ce contexte on a proposé un système de traitement différencié des services en fonction des critères de nature du service, de contrôle des décisions, d'importance, de connaissances et de disponibilité des données.

Ce traitement devant se traduire dans la structure des SLAs, considère cinq groupes de services :

1. Les services que le client est capable de gérer en fonction des quantités demandées et livrées aussi bien que des prix unitaires, seront traités individuellement à l'intérieur des ententes. Ces quantités et prix constitueront les paramètres de base dans la définition du contrat en ce qui concerne ces services.
2. Les services dont il n'est pas possible d'identifier directement les extrants et/ou les prix unitaires, mais dont une telle identification est possible de manière indirecte, feront aussi partie des ententes, de manière individualisée.
3. Les services dont il n'est pas possible d'identifier les quantités d'extrants et/ou les prix seront traités comme dans leur ensemble comme un paquet. Leur coût global fera partie des ententes, lesquelles établiront les catégories de services compris.
4. Les services dont l'impact financier mérite un traitement individualisé, seront traités en dehors du domaine des ententes en tant que nouveaux projets.
5. Les services non individualisables ou qui ne sont pas demandés par le client et sans impact sur l'opération courante, ne seront pas compris dans les ententes. Leurs coûts pourraient

devenir des coûts indirects inclus dans la tarification des services appartenant aux trois premiers groupes.

2.6.- Besoin d'une nouvelle approche de gestion

Pour surmonter les difficultés de la gestion de la maintenance, on peut conclure que le dépassement du scénario de «boîte noire», caractéristique de l'impartition notamment dans le cas de la maintenance des logiciels, exige la mise en place d'une nouvelle approche quantitative de gestion.

Cette nouvelle approche devra être capable de surmonter les principales difficultés identifiées dans la littérature et observées lors de l'expérience directe du mandat en industrie. Pour ce faire, la nouvelle approche devra rendre possible l'atteinte des objectifs suivants :

- Le déplacement de l'axe de la gestion, des aspects purement techniques, vers les aspects économiques devant gouverner cette gestion.
- L'identification claire et détaillée des services livrés et la gestion de la maintenance en fonction d'une telle identification.
- L'établissement de règles de jeu claires et transparentes qui supportent une véritable relation d'affaires entre le client et le fournisseur.
- L'établissement d'un langage commun entre le client et le fournisseur sur lequel on puisse construire une relation stable.
- La définition d'un pouvoir de décision moins asymétrique entre le client et le fournisseur comme résultat d'une connaissance plus partagée de l'objet de la gestion.
- La connaissance de la nature économique des activités de maintenance et de leurs effets.
- La gestion courante des services de maintenance sur la base des décisions quantitatives.
- L'alignement de la gestion informatique avec les objectifs posés par les affaires et les plans stratégiques et tactiques des organisations.
- La démonstration des valeurs livrées par les activités de maintenance des logiciels.

- L'amélioration des niveaux de productivité et de profitabilité de la maintenance des logiciels.
- La responsabilisation de l'utilisation des ressources informatiques afin de réduire le gaspillage des ressources.

CHAPITRE III

INTÉGRATION À LA MAINTENANCE DES LOGICIELS DES CONCEPTS ÉCONOMIQUES

Dans ce troisième chapitre, la justification de l'application de l'approche économique à la gestion de la maintenance des logiciels, est présentée. Ce livrable, construit sur la base de la revue de la littérature portant sur la théorie économique, l'opinion des experts consultés et les résultats du mandat en industrie, vise l'atteinte du premier objectif de la recherche : proposition d'un cadre conceptuel alternatif pour la gestion de la maintenance des logiciels en impartition.

La portée du changement d'approche est d'abord exposé, pour analyser ensuite la logique du marché, le recours au marché qui représente l'impartition et la signification économique de la migration vers le marché concurrentiel. Les relations entre l'implantation d'une approche économique et la recherche de la productivité, et l'analyse des tendances à long terme font partie aussi de ce chapitre.

3.1.- Le changement d'approche

On pourrait qualifier le scénario actuel d'impartition en maintenance des logiciels comme un «marché de vendeurs», du fait de l'asymétrie entre les pouvoirs du client et du fournisseur qui dérive en partie de la connaissance des processus techniques sur lesquels la relation est basée. Dans la pratique, ce scénario comporte des traits caractéristiques de «marché captif».

Les marchés «captifs» et «de vendeurs» encouragent les relations où les intérêts des fournisseurs sont mieux représentés. Les transactions tendent à bénéficier plus largement au fournisseur au détriment du client, en générant des comportements définis par Williamson

(1985) comme «opportunistes» dans le cadre de la théorie des coûts de transaction. Dans ces types de marchés (de vendeurs et captifs), les effets de la spécificité des actifs sont amplifiés par l'asymétrie des connaissances. Cette dernière, encourage en plus l'incertitude qui entoure les transactions et crée des problèmes de mesure pour le client, du fait qu'il ne connaît que très peu les processus techniques, sur lesquels il n'est capable d'exercer aucun contrôle.

L'implantation d'une nouvelle approche dans la gestion des contrats et dans les relations entre le client et le fournisseur pourrait permettre l'amélioration de la situation décrite. Ce changement implique le remplacement de la perspective technique, qui supporte la gestion actuelle, par une perspective économique qui rende compte de manière claire et transparente des relations d'affaires, qui permette de refléter les intérêts des participants dans la relation et qui autorise l'établissement d'un «langage commun» entre le client et le fournisseur.

Dans une approche économique qui vise des transactions dans un marché concurrentiel, c'est la perspective du produit à demander et à recevoir qui gouvernera la relation entre le client et le fournisseur. L'intégration des concepts économiques à la gestion de la maintenance, rendra possible un meilleur niveau de compréhension des décisions affectant les travaux de maintenance des logiciels. On parvient, dans cette perspective, à l'utilisation d'un " langage commun " entre le client et le fournisseur, qui place la relation en termes plus égalitaires, tout en rendant la relation plus transparente.

La relation ne sera plus axée sur la maîtrise des aspects techniques ne concernant souvent que le fournisseur, mais sur les variables de gestion de la relation entre client et fournisseur. Le client prendra plus de place dans les décisions de maintenance. Celles-ci devront être prises de plus en plus en fonction des demandes explicites du client et des coûts unitaires. Le caractère " volontaire " de la demande (Samuelson, 1988) serait ainsi concrétisé. Le client devra jouer un rôle actif dans la validation des services de maintenance qui lui sont livrés. Le contrôle des services livrés sera axé sur le contenu des ententes, lesquelles deviendront de plus en plus la référence obligée des décisions, constituant des contrats formels régissant la relation entre client et fournisseur.

Dans cette approche économique visant un marché concurrentiel, la gestion sera axée sur les quantités, les prix et leurs facteurs déterminants. Ce qui se passe dans le marché, les agissements des concurrents, les clients et/ou fournisseurs alternatifs, constitueront des références essentielles pour la prise des décisions courantes : clients et fournisseurs disposeront ainsi de beaucoup plus d'informations pertinentes, de connaissances de l'objet géré. De plus, du fait qu'il s'agit d'une approche éminemment quantitative, la génération de mesures nécessaires à la gestion trouverait de nouvelles possibilités et exigences de développement.

Par ailleurs, la logique de valorisation des services serait aussi changée. Le fait de placer la relation en termes de prix unitaires, définis en référence à un marché, implique l'abandon des pratiques de valorisation actuelles. Ces pratiques consistent souvent à effectuer de simples transferts des coûts du fournisseur, que le client n'est pas en situation d'évaluer, tout en faisant abstraction des niveaux de productivité. Le changement proposé contribuera ainsi à créer des relations d'affaires plus claires et transparentes, tout en encourageant les gains de productivité et leur diffusion en bénéfice des utilisateurs.

3.2.- La logique du marché

La théorie des prix permet de visualiser clairement l'échange des biens et des services en termes de relation d'affaires. Cette théorie comporte la concurrence de deux types d'agents, clients et fournisseurs, où le point de contact est constitué par un accord contractuel sur deux éléments : la quantité à échanger et le prix. Dans un scénario de marché, les clients sont des acheteurs ou demandeurs d'un bien ou service; les fournisseurs sont des vendeurs ou offrants de ce bien ou service; le point de contact entre les deux coïncide avec le point d'équilibre du marché, constitué par l'intersection des courbes de demande et d'offre. Cette intersection détermine la quantité des biens ou services sujets de la transaction et le prix auquel ils s'échangent (Samuelson et al., 1988).

Selon Leftwich et Eckert (1982), la fonction de demande exprime les quantités par unité de temps, que les consommateurs prendront d'une marchandise donnée à des prix alternatifs, toutes les autres choses restant inchangées (*ceteris paribus*).

La fonction d'offre, exprime les différentes quantités par unité de temps, d'une marchandise mise à disposition du marché à tous les prix possibles, toutes les autres choses restant inchangées (Leftwich et Eckert, 1982).

Pour cette théorie, la concurrence parfaite constitue le scénario optimal dans une économie marchande. Ce scénario est défini à partir de la constatation des quatre conditions suivantes (Stigler, 1983; Baumol et al., 1986; Leftwich et Eckert, 1982) :

1. Parfaite disponibilité d'information sur les transactions et tous les événements affectant les transactions dans le marché.
2. Atomisation d'acheteurs et vendeurs; Aucun acheteur ou vendeur n'est capable d'influencer individuellement ni les quantités des produits, ni les prix auxquels ces produits sont échangés dans le marché.
3. Homogénéité et divisibilité des produits, sujets des transactions dans le marché.
4. Absence de restrictions, impliquant :
 - ⇒ liberté d'entrée et de sortie, selon laquelle aucun obstacle ou barrière n'existe pour l'entrée ou la sortie des vendeurs et des acheteurs du marché;
 - ⇒ qu'aucun obstacle n'existe pour l'utilisation des facteurs;
 - ⇒ qu'aucun obstacle n'existe pour le mouvement des prix dans le marché;
 - ⇒ qu'aucune interférence gouvernementale ni institutionnelle susceptible de modifier les données des transactions n'existe.

Le caractère optimal de la concurrence parfaite consiste en la plus grande quantité du bien ou service qu'on est capable d'échanger, au moindre prix pour l'ensemble de la société.

Cependant, ce scénario qui constitue une situation économique idéale n'existe pas dans la réalité concrète (Samuelson et al., 1988). Dans la réalité, on ne retrouve que des situations intermédiaires, entre la concurrence parfaite et le monopole. On constate dans les marchés existants des tendances vers ces deux cas extrêmes. Ce sont les scénarios de concurrence imparfaite, concurrence monopolistique, d'oligopole, monopole et monopsonne (ces deux derniers étant imparfaits également) qui prédominent (Samuelson et al., 1988; Stigler, 1983).

Cependant, si bien que «aucun parmi les économistes ne peut caractériser aucune des économies existantes comme de concurrence pure et parfaite», ce type de concurrence «nous fournit la norme vis-à-vis de laquelle la performance de l'économie doit être vérifiée et évaluée»³.

3.3.- L'impartition : le recours au marché

En tant que processus de désintégration verticale (Barreyre, 1988), l'impartition suppose le recours au marché pour définir les quantités et les valeurs des biens et services qui sont l'objet des transactions. Ce processus implique par conséquent, l'ouverture de l'organisation, l'élargissement de ses frontières visant la recherche à l'externe, des règles de validation des quantités et des prix des services échangés.

Le recours au marché comporte un changement majeur dans la logique de la gestion des services, à travers lequel on constate le passage d'un scénario de définition de quantités et valeurs selon des règles internes à l'organisation, vers un nouveau scénario où ces variables tendront à être définies par l'interaction des forces du marché, de l'offre et de la demande.

Des contraintes à cette dynamique peuvent cependant être posées comme conséquence des intérêts des intervenants dans le marché. Ces contraintes, qui peuvent agir à travers les conditions des ententes contractuelles, constituent en fait des distorsions au libre jeu des forces

du marché, distorsions qui représentent souvent les intérêts stratégiques et à long terme des intervenants et qui ne peuvent être reflétés par une transaction *spot* prise isolément. Derrière ces distorsions, on peut retrouver des investissements, parfois considérables, que réalisent les intervenants pour mettre en place ce type d'entente. Derrière ces distorsions, on peut retrouver aussi les mécanismes de gestion des risques associés à des compromis à long terme, notamment dans des environnements compétitifs et changeants, comme c'est le cas des services informatiques.

Nonobstant, dans ce scénario de concurrence imparfaite, la dynamique de comportement des variables économiques continue à être inchangée. Sauf dans des cas extrêmes, où l'envergure des distorsions amène à des situations de monopole ou de monopsonne, la détermination des prix se fera par l'interaction des forces de marché.

Dans un scénario de marché concurrentiel, les distorsions d'origine stratégique ou tactique devraient agir, comme n'importe quelle autre distorsion de marché, à travers la détermination des variables définissant la relation : prix et quantité. Des niveaux de prix plus élevés pourraient ainsi être influencés par les producteurs ayant le pouvoir de le faire, ou des quantités minimales exigées par un contrat en fonction d'un objectif particulier d'un acheteur. Cependant, les quantités et les prix auxquels les biens et services s'échangent, ne sera que la résultante de la corrélation des forces existantes sur le marché, à un moment donné.

Pourtant, dans le cas particulier de l'impartition des services de développement et de maintenance de logiciels, le passage vers des structures de marché concurrentiel n'a pas été encore accompli. Le caractère de la technologie nouvelle, à fort contenu stratégique et peu diffusée, aurait influencé des structures de marché dans certains cas plus proches de l'oligopole que de la concurrence ouverte. L'axe de la connaissance de ces technologies aurait été technique plutôt qu'économique, de sorte que la gestion a mis l'emphase sur ce genre d'aspects où la connaissance était concentrée du côté des fournisseurs.

³ Leftwich et Eckert (1982), page 41.

Le scénario de la relation, au lieu de devenir concurrentiel et transparent, est devenu un scénario plus proche des processus décisionnels internes des organisations. L'approche technique crée ainsi une relation asymétrique qui favorise la primauté des critères du fournisseur qui, dans la pratique, va tendre à transférer ses coûts au client, des coûts très souvent non validés à l'externe par rapport à leur efficacité. Elle crée aussi les conditions d'une méconnaissance des aspects économiques de l'impartition et de la relation entre le client et le fournisseur. D'une perspective économique, il s'agit d'un scénario très éloigné d'une gestion optimale des ressources.

Pour ces raisons, le rapprochement de situations de marché concurrentiel, auquel le concept d'impartition est relié, passerait par un changement de scénario de gestion devant comporter trois conditions essentielles :

1. L'abandon des critères techniques et leur remplacement par des critères économiques comme axes de la relation entre le client et le fournisseur.
2. L'approfondissement des rapports marchands comme mécanismes définissant les transactions courantes.
3. La connaissance détaillée des aspects économiques des services demandés et rendus, en identifiant les extrants livrés dans chaque cas et les quantités et les prix unitaires reliés à ces extrants. C'est sur cette connaissance que les transactions seront basées, en rendant possible la primauté des critères économiques dans la définition des transactions, et par conséquent, l'approfondissement des rapports marchands.

3.4.- Signification de la migration vers le marché concurrentiel

Le but d'un nouveau modèle de gestion serait alors de pousser le passage des relations d'impartition vers une situation (plus proche du scénario) de marché concurrentiel. Dans ce scénario, les services seraient fournis sous demande explicite du client et à un prix unitaire

déterminé à l'avance dans l'entente contractuelle. La demande individuelle d'un client devrait se rapprocher de sa fonction d'utilité qui, de manière optimale, serait définie à partir des besoins des services de maintenance informatique, posée par les objectifs d'affaires du client. L'offre des services devrait de son côté être associée à la courbe d'offre du marché, défini à partir des courbes de coût marginal des services rendus, tel que mentionné dans la discussion de la littérature.

Dans le cas des services de maintenance des logiciels, on pourrait penser alors à l'existence de plusieurs marchés, un pour chaque service de maintenance identifié. Chaque marché, où les mêmes ou différents vendeurs et acheteurs pourraient participer, serait régi par leur intervention, qui déterminera en dernière instance les données de l'offre et de la demande dans chaque cas particulier.

Le passage de la situation d'impartition "intermédiaire", où les services sont impartis, mais où on ne connaît pas assez sur les attributs économiques, vers une situation d'impartition régie par les règles de concurrence est illustrée dans la figure 2. Ce déplacement implique "l'explosion" d'un scénario de départ, où les prix unitaires et les quantités des services livrés n'avaient pas de pertinence directe ou ils étaient simplement des inconnus, vers un nouveau scénario de marché concurrentiel, dont les transactions sont régies sur la base des quantités et les prix des livrables. Dans ce dernier, plusieurs marchés, comportant chacun un service spécifique, sont régis par l'interaction de l'offre et de la demande.

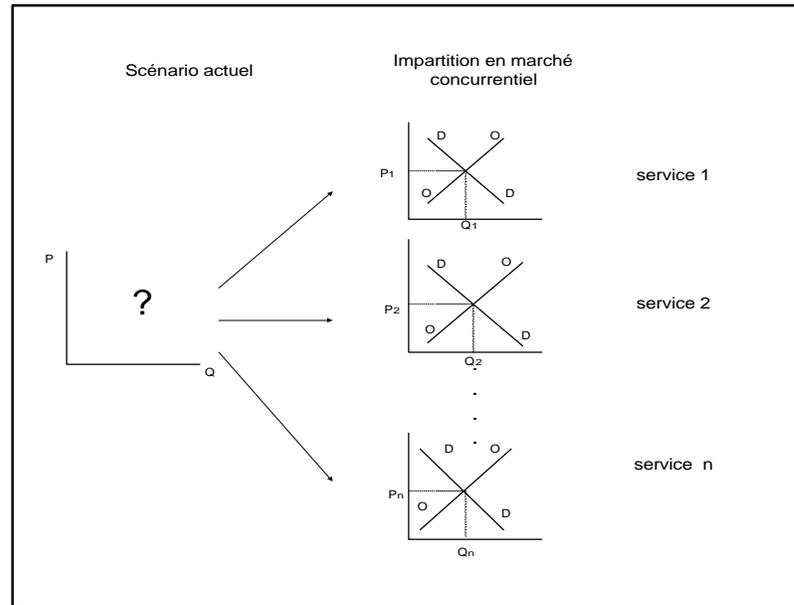


Figure 3.1

Évolution vers un marché concurrentiel

L'identification des marchés et leur individualisation dépendront des niveaux de connaissances en génie logiciel et des avancées dans le domaine de la mesure à l'égard des différents services de maintenance. Le développement des marchés dépendra en plus, de la généralisation de l'utilisation de ces critères dans la gestion des ententes. Ce développement dépendra aussi de la disponibilité des données des services, des ressources, et des acheteurs et vendeurs intervenant dans le marché.

3.5.- L'alignement : productivité et utilité

Une gestion des ressources dans un environnement de marché concurrentiel permet de visualiser l'alignement de la productivité et de l'utilité avec la compétitivité de l'organisation.

La courbe d'offre d'un marché n'est que l'addition des courbes individuelles d'offre, de tous les offrants dans le marché, et elle est dérivée des courbes de coûts marginaux de chacun de ces offrants participant au marché (Stigler, 1983).

Or, la fonction de coût exprime la quantité et la valeur des ressources nécessaires pour la production d'un bien ou service. La fonction de production adresse la relation entre extrants ou biens ou services produits dans un processus par unité de temps, et intrants, ou ressources nécessaires à un tel processus (Leftwich et Eckert, 1982).

Le niveau de productivité, défini comme la relation entre extrants et intrants ou comme le « produit moyen » dans ce contexte, n'est pas indépendant de la fonction de coût. Les variations de productivité à l'intérieur d'une même fonction de production reflètent les variations des niveaux des coûts unitaires.

Les variations de productivité sont susceptibles d'influencer ainsi les niveaux d'offre dans un marché donné, par l'entremise des variations qu'elles entraînent sur les niveaux de coûts marginaux des offrants. La productivité individuelle d'un offrant peut être ainsi gérée en fonction de sa position dans le marché, c'est-à-dire en fonction du niveau relatif de ses coûts marginaux, vis-à-vis des courbes des autres offrants dans ce marché. En fait, la compétitivité de cet offrant va dépendre de ses niveaux de coûts qui relèvent en dernière instance de son niveau de productivité.

De la perspective du demandeur, la courbe de demande est dérivée à partir des courbes individuelles d'utilité marginale. Dans un marché donné, la demande relève ainsi en dernière instance, de l'utilité que les acheteurs attendent de l'utilisation d'une unité additionnelle du bien ou service acheté (Stigler, 1983).

Du point de vue de la firme, on pourrait associer la fonction d'utilité individuelle aux objectifs d'affaires de l'organisation. Dans ce contexte, la fonction de demande individuelle de l'organisation exprimera la contribution que les biens ou services, à acquérir dans le marché,

ont sur les objectifs d'affaires. Si l'objectif est l'amélioration de la productivité, la demande individuelle de l'organisation devra exprimer la contribution que les achats ont sur une telle amélioration de la productivité.

Dans des termes monétaires, le revenu marginal que procure l'utilisation d'une unité de ressource additionnelle, exprime l'utilité marginale de cette utilisation (qui pourrait être acquise dans le marché). En supposant que les objectifs d'affaires soient reliés à l'obtention de profits, l'utilité marginale représenterait la contribution de l'utilisation de cette unité additionnelle à la majoration des profits de l'organisation.

Sous l'hypothèse que la demande individuelle d'une organisation exprime sa fonction d'utilité et reflète sa fonction de revenus, on pourrait analyser la compétitivité d'une firme, à partir de la position de sa fonction de demande, par rapport aux positions des concurrentes et de la demande du marché.

3.6.- Tendances à plus long terme

D'après la littérature économique, la tendance à long terme des marchés est à la baisse des prix. On constate cette tendance dans la plupart des cas. Cette tendance à la diminution des prix est expliquée principalement par le déplacement vers le bas de la courbe d'offre, tel que représenté dans la figure 3. Ce déplacement dérive principalement de la diminution des coûts de production (augmentation de la productivité) de la part des offrants dans le marché (Samuelson et al., 1988).

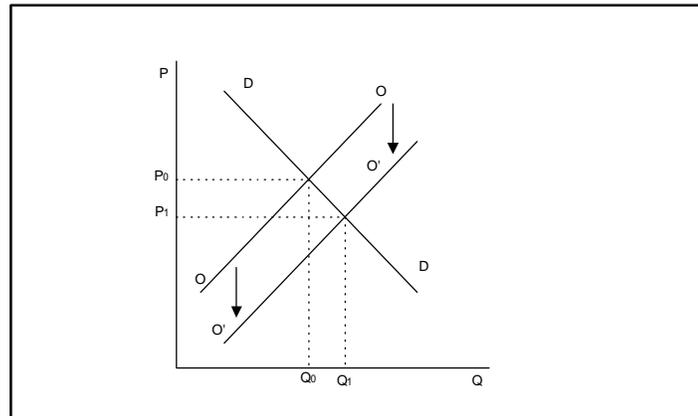


Figure 2.2

Tendance générale des marchés à long terme

Or, dans les marchés des produits reliés à la haute technologie (informatique, par exemple) on constate, en plus des diminutions des prix unitaires (illustrées par le déplacement vers le bas de la courbe d'offre), un déplacement également vers le bas de la courbe de demande (Baumol et al., 1986) tel qu'illustré dans la figure 4.

Ce dernier déplacement serait justifié par la généralisation de l'utilisation des produits informatiques et par la capacité de substitution entre ces produits, influencée en partie par la plus grande disponibilité de produits et de services alternatifs sur le marché. Ce déplacement refléterait des changements dans les fonctions d'utilité des demandants, qui se traduisent dans de moindres utilités marginales affectées par la multiplicité croissante des choix. Comme résultat, pour le même prix on demanderait moins de quantité ou pour la même quantité on serait prêt à payer un prix plus bas.

Si on assume le même comportement pour les services de maintenance des logiciels, où on constate l'augmentation des alternatives, on observera la même tendance à la baisse. La figure 4 rend compte de cette tendance à long terme, vers l'abaissement des courbes d'offre et de demande: de OO vers O'O' et de DD vers D'D' respectivement, qui produisent la baisse de prix de P0 à P1.

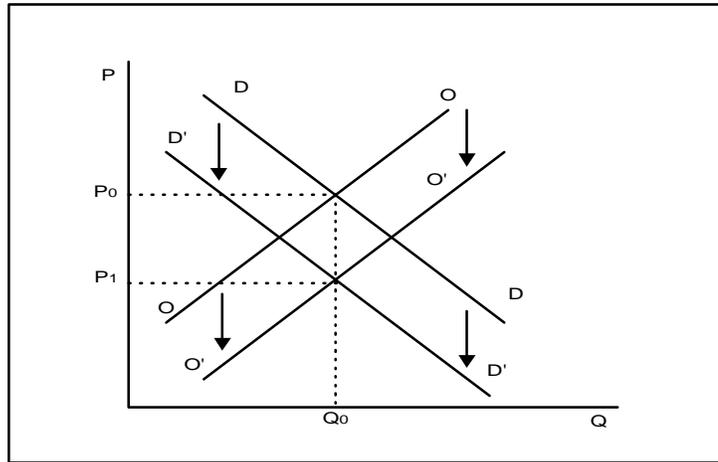


Figure 3.3

Tendance à long terme des marchés liés à la haute technologie

3.7.- Visualisation de la compétitivité

Dans la réalité, les mouvements à la baisse ou à la hausse des courbes d'offre ou de demande ne constituent pas des processus uniformes affectant tous les intervenants dans un marché dans un même degré. S'il y a des fournisseurs dont leurs coûts se situent au-dessus, ils seront alors contraints à ne pas couvrir leurs coûts pour participer dans le marché, et à faire des efforts supplémentaires pour rattraper l'écart. D'un autre côté, les fournisseurs ayant des coûts moindres au niveau du marché bénéficieront des avantages leur permettant une profitabilité additionnelle. De même, les acheteurs, qui pour différentes raisons, ont des fonctions d'utilité à plus bas niveau que celles du marché, offriront un prix plus bas, et feront pression additionnelle à la diminution des prix. Ceux qui ont leur courbe d'utilité à un niveau plus élevé seront prêts à payer d'avantage pour la même quantité du même produit. Dans ces deux derniers cas, les écarts vis-à-vis de la courbe de demande seraient eux aussi l'explication d'avantages ou de désavantages compétitifs, selon le cas, dans un marché de concurrence.

Or, ces mouvements, mais surtout les écarts qui traduisent des situations individuelles différentes, et les écarts entre les distinctes situations individuelles vis-à-vis de la situation du marché, sont inhérents à la dynamique de marché concurrentiel. Ces écarts et leurs changements sont explicables à partir de la compréhension de deux tendances qui se contrecarrent de manière permanente dans le marché : une tendance à l'égalisation et une tendance à la différenciation.

La première implique que tous les gains résultants des positions différentes dans l'environnement concurrentiel feront l'objet d'imitation ou d'autres actions de la part des concurrents qui chercheront à combler les différences existantes. Ainsi, si un producteur individuel améliore son processus productif, en réussissant un niveau plus élevé de productivité et par conséquent à des coûts moindres que ses compétiteurs, ceux-ci essayeront d'améliorer leurs processus afin de réussir au moins le même niveau de productivité. Ce comportement est cependant réactif, face à l'autre tendance, à la différenciation, qu'impose la dynamique principale dans un marché concurrentiel.

La tendance à la différenciation, qui est à la source de la génération des avantages compétitifs (Porter et Millar, 1986), implique que tous les concurrents chercheront de se démarquer dans le marché, la recherche de profit étant toujours le moteur principal de cette tendance à la différenciation. Les producteurs participants dans le marché seraient alors contraints à améliorer leurs processus et leurs produits afin d'obtenir de meilleures positions concurrentielles vis-à-vis de leurs compétiteurs. Les acheteurs chercheront de leur côté, l'obtention de meilleures ressources, dans de meilleures conditions et à faire une meilleure utilisation de ces ressources afin de se démarquer des autres acheteurs.

Dans le cas de l'impartition plus proche d'un scénario concurrentiel, comme on propose, on constate un environnement plus favorable à l'analyse des écarts existants entre les vendeurs et les acheteurs, leurs compétiteurs et les marchés où ils interviennent.

Dans ce contexte, un acheteur de services de maintenance des logiciels est ainsi mieux placé pour analyser sa position dans le marché et ses différences vis-à-vis des autres acheteurs de ces services. Un vendeur de ces services est aussi en situation de se comparer à sa concurrence.

Le scénario de marché concurrentiel, du moment où il génère beaucoup plus d'information relevant des dimensions économiques des services de maintenance, favorise aussi un environnement favorable aux analyses sur la position des concurrents et sur les différences existantes entre eux. Ces informations et analyses tendront à constituer des intrants critiques aux processus de prise de décisions des organisations.

Les produits, les prix, les quantités et leurs différences peuvent ainsi être comparés, de la même manière que leurs facteurs déterminants, comme par exemple les niveaux de coûts. Le pourquoi des différences vis-à-vis des niveaux du marché seraient aussi explicables à partir des outils d'analyse économique portant sur la détermination des variables prix et quantités.

CHAPITRE IV

LE MODÈLE CONCEPTUEL ALTERNATIF DE GESTION

Ce chapitre concerne le deuxième de cette activité de synthèse et correspond également au deuxième objectif établi : la proposition d'un modèle de gestion des services de maintenance dans un contexte d'impartition et basé sur des critères économiques.

Le but du modèle conceptuel de gestion proposé est la représentation de la logique de gestion économique concernant l'impartition de la maintenance des logiciels. Dans ce cas, le modèle devra fournir des outils nécessaires au passage de la relation client-fournisseur, vers un scénario plus proche du marché concurrentiel prôné par la théorie économique.

Une fois définis les services de maintenance qui feront l'objet de ce modèle et les décisions à prendre, on constatera cependant, des difficultés présentées à l'implantation du modèle, difficultés dérivées des exigences de l'approche économique (gestion basée sur l'identification des quantités et des prix unitaires) et du niveau de développement des connaissances des aspects économiques de la maintenance des logiciels.

Pour faire face à ces contraintes, on propose une solution de compromis supportée sur la disponibilité des outils existants en génie logiciel, ce qui permet de s'approcher de l'établissement de prix par catégorie de service. La démarche proposée est basée sur le calcul du coût de l'extrait livré par chaque service, qui constituerait le point de départ pour la définition du prix, dans le cadre d'un processus de négociation entre le client et le fournisseur du service de maintenance.

4.1.- Orientation du modèle

Afin de préciser l'orientation du modèle, nous présentons dans cette section une structure du contenu de la maintenance des logiciels et les décisions de gestion requises dans le cadre d'un scénario d'impartition.

4.1.1.- Portée du modèle : la maintenance des logiciels

La maintenance de logiciels est définie comme l'ensemble de travaux faits sur un logiciel après sa mise en opération (ANISI/IEEE, 1983). Même si le logiciel développé est fiable, il changera continuellement durant la phase de maintenance, à cause des défaillances, des changements dans l'environnement technique et de l'organisation, ainsi que de son évolution constante (Maya 1995).

C'est la couverture du concept qui explique l'emploi du terme " maintenance " en substitution d' " entretien " qui suggère plutôt une couverture restreinte aux corrections dans les programmes. En extrapolant des concepts utilisés dans la maintenance industrielle, l'entretien est souvent associé aux travaux de correction et à une vision de plus court terme. En revanche, la maintenance comprend des travaux de prévention et d'amélioration, dans le cadre d'une vision pro-active à plus long terme (BTE 1992).

Toutefois, les travaux d'améliorations majeures ne sont pas compris dans les définitions de la maintenance couramment utilisées. Ces travaux comprennent dans la plupart des cas des changements majeurs dans les fonctionnalités d'une application et ils sont considérés dans l'industrie comme des projets de développement. D'autre part, les améliorations mineures faisant partie de la maintenance se caractérisent par : une taille et une complexité restreintes, la participation d'une ou deux personnes pour la réaliser, peu de temps à la compléter et l'absence d'une planification structurée (Maya, 1995; Abran et Nguyenkim, 1993).

Quant aux catégories de maintenance, dans la littérature spécialisée on en trouve principalement trois : corrective, adaptative et perfective (Martin et McClure, 1983 ; Arthur, 1988). Ces mêmes catégories ont été reprises par les travaux de ISO portant sur les normes en génie logiciel. Le document ISO 56 WG10 (ISO, 1996) définit ces trois catégories dans les termes suivants :

- *Corrective*: la modification réactive d'un produit logiciel après sa livraison, pour corriger les erreurs découvertes. La modification répare le code pour satisfaire les demandes fonctionnelles du logiciel.
- *Adaptative*: la modification d'un produit logiciel pour le rendre utilisable dans un environnement changeant. La maintenance adaptative fournit les améliorations nécessaires pour accommoder les changements dans l'environnement opérationnel ou matériel.
- *Perfective*: la modification du produit logiciel après sa livraison, pour améliorer sa performance ou sa maintenabilité.

D'autres auteurs (Abran et Nguyenkim, 1993) ont mis en relief une autre catégorie de maintenance appelée *Support à l'utilisateur*. Cette catégorie inclut les informations données aux utilisateurs au sujet des fonctionnalités, règles et comportement du logiciel, les demandes des rapports *ad-hoc*, les explications aux utilisateurs sur le fonctionnement des applications et des différents cadres et règles dans lesquelles s'exécutent et s'opèrent ces logiciels, les demandes d'études des impacts en cas de changements envisagés dans l'avenir, etc. (Zitouni, 1996).

On pourrait ajouter une autre catégorie très utilisée dans la maintenance industrielle, celle de la *maintenance préventive*. L'AFNOR définit la maintenance préventive (en général et non seulement dans le contexte de la maintenance des logiciels) comme la maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un service (BTE, 1992). Dans le cas de la maintenance des logiciels, la maintenance préventive est un concept déjà utilisé par l'industrie. Elle pourrait être définie dans le contexte de la maintenance des logiciels comme la détection et la correction des erreurs latentes qui comprend la correction des

règles d'édition, l'implantation et utilisation des outils de suivi pour la détection des problèmes aussi bien que la maintenance des plans de recouvrement des désastres.

Or, dans le cadre de cette recherche, on fera la distinction entre deux types de maintenance adaptative : celui reliée aux modifications des fonctionnalités du logiciel, et celui qui correspond aux autres travaux d'adaptation du logiciel comme des adaptations aux environnements matériels et logiciels. Les différences au niveau de la nature du service livré et l'identification des extrants et des prix justifient cette décision. Par conséquent, les catégories de maintenance retenues pour notre analyse seront les six suivantes :

- 1) Adaptative, comportant des modifications aux fonctionnalités.
- 2) Adaptative, comportant des modifications dans l'environnement du logiciel.
- 3) Corrective.
- 4) Perfective.
- 5) Préventive.
- 6) Support à l'utilisateur

Il faut remarquer pourtant que cette catégorisation de services est loin d'être exhaustive et généralisable à toute sorte de réalités. Elle se base sur la revue de littérature et sur les travaux de maintenance des logiciels identifiés chez l'organisation où le projet en industrie a été réalisé. Dans la pratique, les services à considérer et leur regroupement, dépendront des caractéristiques techniques et de gestion de la maintenance qu'on retrouve dans chaque environnement organisationnel concret.

4.1.2.- Les décisions de gestion courante

Le modèle proposé est orienté vers le support des décisions à prendre dans la gestion des activités de maintenance des logiciels impartis. Parmi ces décisions, on pourrait mentionner celles concernant :

- Le type de requêtes à appliquer à chaque logiciel.
- Les quantités de ces requêtes.
- Les prix à payer.
- Le choix des fournisseurs.
- La priorisation des requêtes de maintenance.
- La substitution des requêtes.
- Les applications logicielles à maintenir.
- L'opportunité des services.
- Les investissements et les budgets en maintenance des logiciels.
- Le choix entre maintenir une application ou en développer une nouvelle.
- La distribution des requêtes de maintenance par type.
- La composition et la taille de l'inventaire des applications à maintenir.

De plus, les mesures et indicateurs qu'on pourrait développer sur la base du nouveau modèle, permettraient de supporter d'autres aspects-clés de la gestion courante de la maintenance comme :

- La planification des requêtes.
- Les niveaux de satisfaction des utilisateurs par rapport aux services livrés.
- Le suivi des différentes requêtes.
- Le suivi des relations entre le client et le fournisseur.
- L'identification des meilleures ressources (méthodes, techniques, outils) pour augmenter l'efficacité des processus de maintenance.
- Le contrôle des requêtes de maintenance et de leurs coûts.
- L'établissement de standards pour la maintenance.

- Le *benchmarking* interne et externe de la maintenance.
- La validation des coûts.
- La prévention des requêtes.
- Les analyses de la compétitivité de la maintenance.
- Les analyses de productivité.
- Les analyses de profitabilité des activités de maintenance informatique.
- L'établissement de prix différenciés par type de service.

4.2.- Contraintes à l'implantation d'un modèle économique

Les contraintes à l'implantation d'un modèle de gestion régi par les quantités de services rendus et les prix unitaires, proviennent principalement de l'état actuel des connaissances sur les aspects économiques des services de maintenance.

4.2.1.- Les exigences de l'approche : quantités et prix

Les variables de transaction, quantité et prix, sont au cœur du fonctionnement de l'approche économique de marché. Par conséquent, les achats et ventes de services de maintenance des logiciels doivent se définir à partir de la quantité de service demandé et reçu et du prix déterminé à l'avance.

Théoriquement, ces quantités et prix devraient être réglés par l'interaction des fonctions d'offre et de demande. Or l'interaction de ces fonctions traduit le processus de négociation entre le client et le fournisseur, à partir duquel les quantités et les prix sont définis dans la pratique. Ce processus de négociation est cependant entamé à partir de l'information des données de coûts et d'utilité que les biens ou services objets de la transaction ont pour le fournisseur et pour le client respectivement.

Dans le cas des marchés imparfaits, en formation et/ou distorsionés, comme ce serait le cas des marchés de maintenance des logiciels, les concepts d'offre et de demande sont cependant difficiles à visualiser. Du côté de l'offre, l'information détaillée des fonctions de coûts des fournisseurs de services, de laquelle la courbe d'offre est dérivée, n'est pas toujours disponible. Du côté de la demande, l'information des fonctions d'utilité des clients est souvent encore moins disponible, au moins d'une manière systématique.

Pour faire face à ces contraintes, on doit alors faire appel à des approximations afin d'estimer les données de ces fonctions pour lesquelles on ne dispose pas d'information systématisée. Ces approximations pourraient être constituées par l'interaction des données de trois types :

- Les données qui relèvent de l'externe des deux organisations (client et fournisseur) : les quantités et les prix auxquels ces services ou des services comparables, ont été négociés et transférés par d'autres organisations dans le marché.
- Les données qui relèvent du fournisseur : les données des fonctions de production et des coûts du fournisseur des services. Ces données refléteraient la quantité des services que le fournisseur est prêt à mettre à la disposition du client, et le prix qu'il est prêt à recevoir.
- Les données du client : l'interprétation de la fonction d'utilité du client, à partir de l'analyse du bénéfice que le service rapporte à l'utilisateur et de l'analyse de la contribution de ce service à l'accomplissement des objectifs d'affaires de l'organisation du client. Les données résultantes dans ce cas nous permettraient d'établir les quantités du service que le client veut acheter et le prix qu'il est prêt à payer pour ces services.

Ces informations demanderont dans la pratique, des efforts considérables de collecte et d'analyse des données de différentes sources (comptabilité, sondages, évaluations coût-bénéfice, etc.) afin d'établir les approximations pertinentes aux fonctions recherchées.

L'interaction de ces trois types de données permet dans la pratique d'établir les prix et les quantités qui définiront ce qui est essentiel dans la transaction. Le rapprochement des quantités et des prix à fixer, vis-à-vis d'un de ces trois types de données, dépendra en dernière instance,

du rapport de forces que les deux intervenants (client et fournisseur) pourront établir au moment de la négociation.

4.2.2.- L'obstacle majeur pour l'implantation : le manque de mesures pertinentes

Dans plusieurs cas de marchés imparfaits, l'insuffisance d'information formalisée ou systématique est surmontée par des interprétations des données existantes et par des pratiques de négociation qui permettent d'aboutir à la détermination des paramètres régissant les transactions (quantités et prix des produits ou services livrables). Cependant, dans le cas des services de maintenance, ce processus se heurte en plus à l'absence de mesures qui permettent d'approcher les dimensions économiques des services demandés et rendus. Cette absence doit être comprise comme une limitation propre à la maintenance des logiciels, qui comporte des services très diversifiés, complexes, à fort contenu technique, et dont la normalisation reste encore très embryonnaire.

Malgré le montant des ressources impliquées dans l'informatique, la mesure est un des domaines parmi les plus négligés en génie logiciel (Fenton, 1991). Dans les dernières décennies, l'informatique a contribué de manière décisive au développement des approches quantitatives de gestion dans d'autres disciplines, mais elle n'a pas développé les mesures nécessaires à la gestion de sa propre performance. Paradoxalement, la très grande capacité de calcul qu'elle est capable de déployer n'a pas été utilisée dans le développement des outils de gestion de l'informatique, au moins au même niveau que cet outillage existe dans d'autres disciplines auxquelles l'informatique a contribué avec son apport.

La pénurie des instruments de mesure est particulièrement importante dans le cas de la maintenance des logiciels, qui est le domaine le plus négligé par la recherche en génie logiciel (Maya, 1995; Sharpe et al., 1991 ; Swanson et Beath, 1989). Parmi les facteurs explicatifs des limitations dans la connaissance des aspects quantitatifs de la gestion de la maintenance des logiciels, on retrouve les suivants :

- La plupart des efforts de recherche privilégient le développement à la maintenance (Swanson et Beath, 1989).
- Beaucoup de travaux sur la mesure de la maintenance n'ont pas été supportés par des données empiriques, ce qui limite de manière importante les résultats des recherches et les possibilités de généralisation des résultats (Sharpe et al., 1991).
- La plupart des mesures développées dans ce contexte, privilégient des aspects internes aux processus techniques, plutôt que les aspects externes, notamment les économiques concernant la gestion de la maintenance.

Par ailleurs, le développement des mesures selon une perspective économique de la gestion n'a pas été stimulé non plus par l'industrie :

- Les schémas de gestion des contrats de services basés sur les montants globaux ne posaient pas des exigences de connaissance détaillée de la performance.
- Dans l'absence de marchés concurrentiels constitués, des proportions importantes d'information tendent à rester à l'interne des organisations, ce qui empêche la diffusion des informations pertinentes pour la prise des décisions d'autres organisations.

Dans ce contexte, l'identification des livrables des catégories distinctes de maintenance et l'établissement des prix unitaires correspondants s'avèrent très difficiles.

Dans l'état actuel des connaissances en matière des mesures de performance de gestion de la maintenance des logiciels, on ne dispose que de très peu de mesures permettant d'exprimer les intrants et les extrants livrés par la plupart des catégories de service. Certains concepts de mesure, permettant d'approcher des bases indirectes de référence pour quantifier ce qui est livré dans d'autres services, seraient aussi disponibles. Cependant, des travaux de support statistique visant à établir plus précisément les liens entre ces concepts à mesurer et ce qui est livré par la maintenance, s'avèrent fort nécessaires avant de tirer des conclusions sur la pertinence de l'utilisation des mesures existantes.

4.3.- La prise en compte des outils disponibles

Les limitations de la mesure en maintenance empêchent l'implantation directe d'un modèle de prix basé sur l'identification directe des quantités et des prix dans un marché, tel que la théorie micro-économique néoclassique suppose. De plus, l'absence de définition des services et livrables, ajoute un facteur additionnel d'imperfection non-négligeable, au marché de la maintenance des logiciels.

Cependant, des outils conceptuels et de mesure actuellement disponibles fournissent des bases alternatives pour développer les instruments susceptibles de contribuer à régler de manière indirecte les transactions des services dans ce marché, en attendant le développement d'outils qui rendent possible la détermination des prix et des quantités plus directement. Trois de ces outils traités dans la littérature spécialisée seront considérés dans ce contexte : les facteurs d'effort et productivité, le modèle de productivité de Sink (1985) et le modèle SOFTCALC (Sneed, 1995).

4.3.1.- Les facteurs affectant l'effort et la productivité

La qualité et la productivité constituent des préoccupations importantes dans le domaine de la mesure en génie logiciel, ce qui a permis la réalisation de plusieurs études sur les caractéristiques du produit et du processus du logiciel, et sur les effets de différents facteurs sur les niveaux de qualité et productivité.

On trouve ainsi plusieurs références dans la littérature spécialisée dans la maintenance, portant sur les facteurs qui ont une incidence critique sur les niveaux de productivité en maintenance des logiciels (Martin et McClure, 1983 ; Jones, 1986 ; Swanson et Beath, 1989 ; Jorgensen, 1995 ; Sneed, 1995).

On pourrait aussi mentionner trois autres sources pouvant aider à l'identification des facteurs qui ont une incidence sur la productivité du développement et de la maintenance du logiciel :

- Les modèles d'estimation de l'effort en maintenance (Sneed, 1995 ; Grobjohann, 1995)
- Les travaux de la norme ISO 9126 (ISO/IEC 9126, 1996) définissant les différentes caractéristiques de qualité du logiciel.
- Les facteurs d'ajustement considérés dans les modèles de productivité de COCOMO (Boehm, 1981), de Points de Fonction, Version 4.0 (IFPUG, 1994), Data-Points et Object-Points (Sneed, 1995).

Quoique sans établir de liens entre ces facteurs et les niveaux de productivité, ces travaux apportent des pistes importantes pour l'identification des caractéristiques du logiciel et d'autres facteurs affectant les niveaux d'effort et de coûts requis par les activités de maintenance.

C'est à partir d'une telle identification qu'on pourrait baser l'estimation de l'effort, principal composant du coût en informatique, et par conséquent très influent dans le processus de définition des prix des services.

4.3.2.- Le modèle de gestion de productivité de Sink

Souvent confondue avec la performance, la productivité n'est qu'un des critères servant à définir la performance des organisations (Sink, 1985). Cependant la productivité est un facteur critique dans cette définition de la performance, tout en jouant un rôle déterminant sur les possibilités d'existence même des organisations. La productivité constitue ainsi la base de la profitabilité à moyen et à long terme, ce qui assure la viabilité des organisations dans une perspective économique à long terme.

Techniquement, la productivité est définie comme la relation simple entre les extrants générés par un système, et les intrants fournis pour créer ces extrants (Godard et Prévost, 1986). Bien que la productivité soit interprétée assez souvent comme une relation physique, du point de vue de la gestion elle obéit à une perspective surtout économique. Cette perspective implique que les intrants et les extrants compris dans la relation subissent implicitement une validation économique par le biais d'une référence externe. Cette validation pourrait être fournie par le marché ou par la perception du client (ou de l'utilisateur) ou du fournisseur des biens, services et ressources.

Dans cette perspective économique, le comportement de la productivité dépend directement du comportement de cinq dimensions de la performance organisationnelle qui influencent son niveau et son processus de gestion (Sink, 1985) :

- **L'efficacité** (*Effectiveness*) dont les principales caractéristiques sont :
 - ⇒ d'être définie à partir de ce que le système doit faire, produire, et de ce qu'il doit accomplir dans le sens correct,
 - ⇒ de mettre l'accent sur les extrants du processus,
 - ⇒ de mesurer la performance organisationnelle sur la base de ce qu'on produit,
 - ⇒ d'intégrer trois dimensions dans son évaluation: qualité du produit, quantité du produit et opportunité dont le produit est livré.
 - ⇒ de comporter une perspective externe du processus dans le sens que le processus doit être validé par le client (le marché) ou l'utilisateur.

- **L'efficience**, caractérisée par :
 - ⇒ être définie comme le degré où le système utilise les ressources de la bonne manière pour accomplir des buts, objectifs et activités,
 - ⇒ répondre au «comment» les choses doivent être faites?,
 - ⇒ mettre l'accent sur l'utilisation des intrants,
 - ⇒ mesurer le rendement des ressources utilisées, et

⇒ être associée à une perspective plutôt interne du processus.

- **La qualité :**

⇒ définie comme le degré où le système rencontre les spécifications, les requis ou les attentes,

⇒ adresse directement les attributs du produit, et

⇒ comporte des perspectives externes et internes à la fois.

- **La qualité de vie du travail**, concerne :

⇒ la manière dont les participants dans le système répondent aux aspects socio-techniques, et

⇒ les réactions psychologiques des personnes affectant le rendement du système.

- **L'innovation :**

⇒ définie à partir des changements aux processus de transformation pour produire des produits ou des services nouveaux, meilleurs ou plus fonctionnels,

⇒ son rôle se relie à l'amélioration des processus et des produits,

⇒ se trouve hors des frontières des composants agissant directement sur la productivité,

⇒ n'agit qu'indirectement sur la productivité par l'entremise des autres quatre composants signalés ci-dessus, et

⇒ son horizon d'influence est surtout le plus long terme.

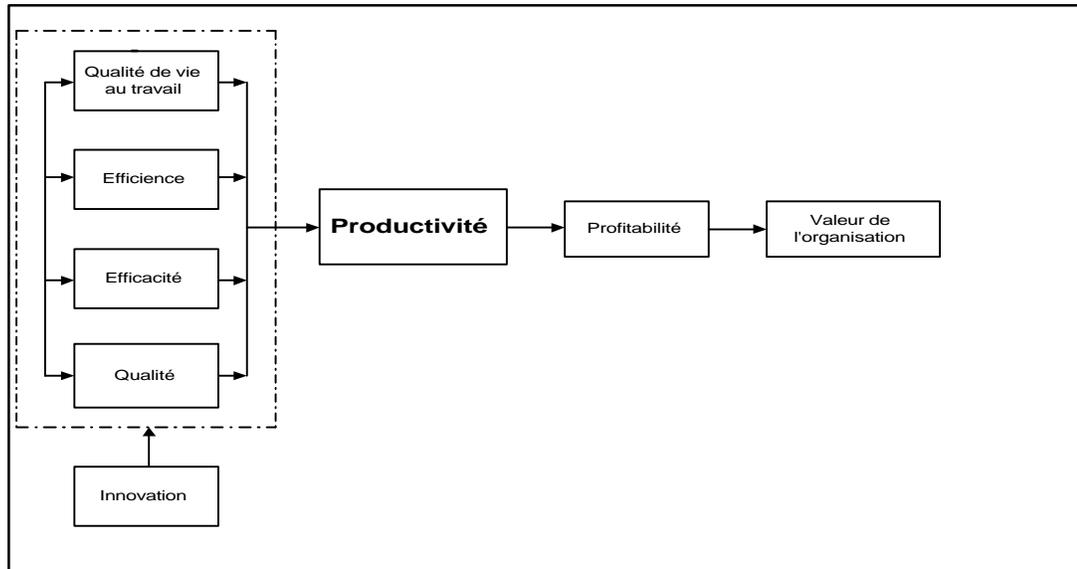


Figure 4.1

La productivité et les dimensions de performance (Sink, 1985)

L'extrait et le prix d'un service seront ainsi déterminés, à partir des fonctions composées de plusieurs facteurs, concernant diverses dimensions du produit logiciel de manière simultanée. Par conséquent, leur gestion comportera aussi la gestion individuelle et d'ensemble de tous ces facteurs.

Dans cette perspective, la gestion de la productivité est un des piliers de la relation entre le client et le fournisseur. Étant donné que la productivité constitue la base de la profitabilité et du positionnement compétitif des organisations, son amélioration doit constituer un objectif majeur de gestion dans un contexte de marché concurrentiel.

4.3.3.- Le modèle SOFTCALC d'estimation de l'effort

Dans la littérature, il n'y a pratiquement pas de proposition de modèle orienté vers la détermination des prix unitaires.

Cependant, le modèle SOFTCALC proposé par Sneed (1995) comme un outil d'estimation des coûts de la maintenance des logiciels pourrait également être utilisé dans un contexte de marché pour la mesure de la taille des livrables et l'établissement de prix unitaires. L'utilisation de ce modèle comprend les sept phases suivantes :

- 1) Détermination des caractéristiques du logiciel en maintenance, en fonction de la taille, complexité et qualité.
- 2) Identification des modifications à apporter sur le logiciel.
- 3) Mesure de la taille des modifications. Pour cette mesure, on considère des modèles alternatifs, selon leur applicabilité au type de travaux à entreprendre : lignes de code, instructions (*statements*), points de fonction, points de données (*data-points*) et points d'objet (*object-points*).
- 4) Ajustement de la taille par un facteur de complexité qui considère aussi plusieurs mesures : complexité des données (complexité-Q), complexité de l'utilisation des données (complexité de fréquence référentielle), complexité des flux de contrôle (complexité cyclomatique), complexité décisionnelle et complexité d'interface (cohésion du système).
- 5) Ajustement de la taille par des facteurs de qualité, qui considère deux étapes pour des facteurs externes et internes respectivement.
- 6) Ajustement par les facteurs d'influence du projet qui reprend des divers facteurs d'ajustement considérés par les modèles de calcul de la taille.
- 7) Estimation de l'effort de la maintenance, considérant les relations historiques entre la taille ajustée et l'effort, qui constitue le principal composant du coût en maintenance des logiciels.

Les facteurs d'ajustement de chaque catégorie sont constitués par la moyenne des mesures considérées dans chaque catégorie (complexité, qualité et influence du projet). Les valeurs de ces facteurs, variant entre 0.5 et 1.5, ajustent la taille selon la formule suivante :

Taille modifiée = Taille des modifications * F.A. complexité * F.A.Qualité * F.A.Influence

Dans le modèle SOFTCALC, l'estimation de l'effort (dernière phase du modèle) est effectuée en utilisant une table de productivité dérivée principalement à partir de l'expérience de l'auteur. Une analyse critique est présentée dans l'appendice B de ce rapport d'activité de synthèse.

4.4.- Contenu du modèle conceptuel de gestion

La gestion de l'impartition en maintenance, selon une perspective économique, requiert une solution de compromis entre la logique du marché et la réalité de la maintenance des logiciels. L'implantation de cette logique dépend de l'utilisation des outils conceptuels et de mesure. Les analyses des facteurs influençant la productivité et les modèles d'estimation fournissent, dans ce contexte, des apports importants pour la modélisation du comportement des variables nécessaires à l'établissement et à la gestion des paramètres de base régissant la relation marchande : les quantités et les prix.

En intégrant ces outils, le modèle de gestion à proposer permet de surmonter les contraintes d'implantation mentionnées dans la section 4.2, tout en rendant possible d'axer la gestion des contrats de maintenance sur des bases conceptuelles économiques.

Les caractéristiques principales de ce modèle sont les suivantes :

1. Le calcul de la taille du service et du niveau d'effort relié.
2. Le calcul du coût par service de maintenance.
3. L'établissement des prix unitaires.
4. L'inclusion des prix unitaires dans les contrats d'impartition
5. Le traitement différencié des services
6. La gestion des prix
7. La gestion de la productivité
8. L'implantation progressive.

4.4.1.- Le calcul de la taille du service et de l'effort

Le calcul de la taille et du niveau d'effort, qui est le principal composant du coût informatique, constitue le point de départ dans le processus prévu pour l'établissement des prix de ces services. Les prix pourront être établis à partir de l'analyse des coûts historiques associés à chaque catégorie de service de maintenance et dans un environnement organisationnel concret. Le coût de l'effort, principal composant du coût informatique, sera ainsi calculé à partir de la taille des extraits de chaque catégorie de service de maintenance et des niveaux d'effort constatés pour ces extraits livrés.

La démarche suggérée pour ce processus comporte également 7 étapes :

1. L'identification préliminaire des facteurs affectant les niveaux d'extraits et d'effort

L'identification de ces facteurs pourrait être basée sur l'inventaire des facteurs identifiés dans la littérature comme affectant les niveaux de productivité en maintenance des logiciels, des caractéristiques de qualité considérées dans les travaux de normalisation de ISO/IEC 9126 (ISO, 1996b), des facteurs considérés par les modèles de productivité et des facteurs d'ajustement de la taille relevant des modèles de mesure de taille fonctionnelle

Parmi ces facteurs, on pourrait établir la distinction entre ceux qui affectent directement le niveau de l'effort et ceux qui ont une incidence indirecte sur l'effort demandé par un service de maintenance. Les facteurs directs seront référés aux caractéristiques de la modification à entreprendre au logiciel ou du service rendu à l'utilisateur, qui comportent des caractéristiques de taille, de qualité et autres. Les facteurs indirects comportent les mêmes dimensions, mais reliées au logiciel qui fait l'objet de la maintenance.

Cependant, pour des raisons pratiques d'opérationnalisation du modèle, on pourrait considérer le calcul d'une seule dimension directe, en l'occurrence la taille. On écarterait

ainsi le calcul, souvent dispendieux en termes d'effort, des autres caractéristiques comme celles de qualité pour chaque requête de maintenance. Étant donné l'envergure réduite de la plupart des travaux de maintenance (Maya, 1996 ; Abran et Nguyenkim, 1993), l'épargne de ce calcul, parfois complexe et onéreux, serait initialement justifiée.

Seulement l'effet des facteurs indirects adressant le logiciel en maintenance, comporterait ainsi des calculs de qualité et d'autres caractéristiques du logiciel ou de son utilisation. Par des raisons pratiques, ces calculs pourraient se faire pour des périodes annuelles ou semestrielles, en fonction de la stabilité observée de ce type de caractéristiques.

2. Identification préliminaire des mesures

Implique l'identification de la mesure plus adaptée au concept ou à la caractéristique à mesurer, ce qui dépend en grande partie du service de maintenance qu'on veut mesurer. Cette identification comprend aussi celle des règles de mesure, des échelles à utiliser, ainsi que la définition des conditions de validité de la mesure.

3. La collecte des données

Comportant des données historiques en provenance de l'organisation du client (caractéristiques du logiciel, des services de maintenance) et du fournisseur (effort alloué à chaque service), cette collecte devra satisfaire les exigences d'information posées par le choix des variables.

4. Analyse statistique des variables

Cette analyse, basée sur l'utilisation des techniques de régression et de corrélation, devra aboutir à l'établissement des relations statistiquement significatives, entre le niveau d'effort pour chaque catégorie et les facteurs influençant ces niveaux.

Orientée vers la définition des variables et leurs poids dans le modèle de calcul de l'effort, cette analyse sera également basée, dans une première instance, sur l'inventaire des variables.

5. Construction du modèle de productivité

Déoulant de l'analyse statistique des variables, le modèle de productivité de l'effort sera exprimé sous la forme générale suivante :

$$E_i = a_i + b_i T_i + c_i T_{A_j} * d_i Q_{A_j} * f_i O_j$$

où :

E_i = Effort demandé par le service de maintenance i

a_i = terme indépendant dans la détermination de l'effort demandé par le service i

T_i = Taille du service de maintenance i

b_i = contribution de la taille du service de maintenance i à l'effort

T_{A_j} = Taille de l'application logicielle j

c_i = contribution de la taille de l'application j à l'effort du service de maintenance i

Q_{A_j} = Qualité de l'application logicielle j

d_i = contribution de la qualité de l'application j à l'effort du service de maintenance i

O_j = Autres caractéristiques de l'application logicielle j des utilisateurs
ou de l'environnement de maintenance

f_i = contribution des autres caractéristiques à l'effort de maintenance i

et où :

$$Q_{A_j} = g_1 q_{j1} * g_2 q_{j2} * \dots * g_n q_{jn}$$

$$O_j = l_1 o_{j1} * l_2 o_{j2} * \dots * l_n o_{jn}$$

$q_{j1} \dots q_{jn}$ = les facteurs de qualité intervenant dans la détermination de Q_{A_j}

$o_{j1} \dots o_{jn}$ = les facteurs des autres caractéristiques dans la détermination de O_j

$g_{j1} \dots g_{jm}$ = la contribution des facteurs de complexité dans la détermination de Q_{A_j}

$l_{j1} \dots l_{jm}$ = la contribution des autres caractéristiques dans la détermination de O_j

À chaque service de maintenance correspondra une équation ou formule de calcul de l'effort particulier, en fonction de la présence des facteurs de taille, qualité et autres caractéristiques spécifiques dans chaque cas, et en fonction de la contribution ou poids spécifique de chacun de ces facteurs à la détermination de l'effort.

6. Vérification du fonctionnement du modèle

On devra vérifier, adapter et calibrer le fonctionnement du modèle construit pour chaque environnement organisationnel et de maintenance. Pour chacun des cas, on devra prévoir ainsi l'identification du comportement des variables du modèle et l'identification des procédures de vérification.

7. Calcul du niveau d'effort estimé

Exprimé en termes de personne / jour, ce niveau sera la résultante de l'application de la formule de calcul du modèle de productivité à chaque catégorie de service de maintenance.

4.4.2.- Le calcul du coût estimé par service

En appliquant le coût unitaire moyen des ressources utilisées au niveau d'effort calculé on obtient le coût de l'effort :

$$\text{Coût effort} = \text{niveau effort} * \text{coût par jour ressource}$$

À ce coût on devra ajouter les coûts correspondants aux autres composants intervenant dans la génération du service de maintenance des logiciels.

Parmi ces coûts, on trouvera des dépenses en ressources de personnels, matériels et logiciels correspondant aux frais directement identifiables du service, et aux frais administratifs, généraux et d'*over-head* alloués à la production du service. On devrait considérer aussi parmi les composants du coût, la rémunération du capital investi, qui comporte usuellement une prime de risque pour faire face à la variabilité des flux financiers liés à la prestation d'un service.

Le coût du service de maintenance des logiciels serait exprimé ainsi dans les termes suivants :

$$\text{Coût Service} = \text{CE} + \text{CD} + \text{CI} + \text{RK}$$

où :

CE = coût de l'effort

CD = autres coûts directs

CI = coûts indirects

RK = rémunération du capital

4.4.3.- L'établissement des prix unitaires : négociation et participation

Dans la réalité (i.e. la pratique industrielle), aucun modèle de productivité n'est capable d'établir « le prix », mais il peut toutefois, suggérer un point de départ pertinent pour la négociation (i.e. le coût pour le fournisseur de ce qui est livré comme service). Les prix doivent être établis à partir de la valorisation que les deux intervenants, client et fournisseur, accordent pour ce service en fonction des leurs propres intérêts, perceptions et perspectives. Le niveau auquel le prix est accordé constitue en fait un compromis résultant en dernière instance, du rapport de forces existant entre ces deux intervenants au moment où ce prix est établi.

Pour le client, cette valorisation sera établie sur la base de sa perception de la contribution du service livré aux objectifs d'affaires de son organisation. Ces objectifs vont définir, en dernière instance, les paramètres de la courbe d'utilité concernant ce service. Dans cette définition, le marché intervient en fournissant des informations concernant les alternatives à ce service et à ce fournisseur.

Pour le fournisseur, cette valorisation sera établie sur la base des coûts de production du service. Le marché intervient dans ce processus, en fournissant des informations sur les alternatives à ce client, à ce service et aux ressources utilisées.

Or, le processus de négociation sera plus efficace et transparent, dans la mesure où le coût calculé sera reconnu comme un point de départ valable et pertinent, par les deux participants,

client et fournisseur. C'est alors la connaissance de ces deux participants du modèle de productivité, et leur participation dans le processus de calcul, qui permettra une négociation sur des bases plus solides. Cette participation rendra possible en plus :

- Le partage des connaissances techniques et économiques des activités de maintenance par le fournisseur et le client.
- L'intégration des critères d'efficacité dans la définition des extrants et des prix des services.
- L'amélioration de l'intégration des objectifs d'affaires des deux participants, aux décisions concernant les services de maintenance.

Par ailleurs, le processus de négociation doit tenir compte des aspects stratégiques, tactiques et opérationnels des organisations, du client autant que du fournisseur. Pour un processus concret de négociation, les fonctions d'utilité du client autant que du fournisseur, devront intégrer les demandes posées par l'ensemble des politiques, objectifs et priorités organisationnelles qui influencent l'établissement des prix.

4.4.4.- L'inclusion des prix unitaires dans les contrats d'impartition

Les contrats d'impartition constituent l'instrument régissant les relations entre le client et le fournisseur. L'inclusion des prix unitaires dans ces contrats rendra possible ainsi le déplacement du scénario de gestion, fondé actuellement sur des aspects techniques, vers un nouveau scénario axé sur une gestion de la maintenance régie par des bases économiques.

D'un type de contrat défini en termes globaux et sans relation directe avec les niveaux des services, on passerait à un type de contrat où le coût de chaque requête de maintenance est détaillé et qui permet par conséquent, une meilleure évaluation des conséquences économiques des décisions et de la performance des preneurs des décisions.

Les prix détaillés par service permettraient de plus une meilleure identification des services et une définition meilleure et plus détaillée des services et des niveaux des services, et enfin, une meilleure évaluation à partir d'une perspective de coût-bénéfice.

Du point de vue de la gestion courante, le contrat deviendrait ainsi dans un instrument privilégié de la gestion, dans un véritable guide orientant les décisions portant sur les services de maintenance et la gestion des logiciels.

Défini en termes économiques et détaillés, le contrat de nouveau type correspondrait à une relation d'affaires plus claire et transparente, plus symétrique en ce qui concerne le pouvoir des intervenants, et axé sur une perspective économique, partagée par les deux intervenants dans la relation.

4.4.5.- Traitement différencié des services

L'inclusion en détail, des services de maintenance dans les contrats d'impartition ne sera ni un processus immédiat, ni un processus uniforme qui progressera au même rythme. Des différences entre les diverses catégories sont à prévoir au niveau des connaissances des dimensions économiques, de la définition des modèles expliquant la structure des coûts, et de la disponibilité des outils et des données permettant l'approximation des extrants livrés et des prix unitaires.

Un traitement différencié est ainsi envisageable, entre les diverses catégories de maintenance des logiciels. À court terme et du point de vue des possibilités de ces services à être gérés sur la base des extrants identifiés et des prix unitaires associés, on établirait la distinction entre trois groupes de services :

1. Les services appartenant à des catégories de maintenance dont il est possible d'identifier clairement les quantités d'extrants demandées et livrées aussi bien que les prix unitaires sur

des bases directes, seront traités individuellement dans les ententes. Les quantités et prix unitaires constitueront les paramètres de base contenus dans le contrat d'impartition et régissant les décisions de gestion de ces services.

2. Les catégories de services dont il n'est pas possible d'identifier directement les extrants et/ou les prix unitaires, mais dont une approximation quantitative est possible de manière indirecte à partir des caractéristiques mesurables du logiciel ou du service de maintenance, feront aussi partie des ententes de manière individualisée. La gestion de ces services sera régie par ces approximations des quantités et des prix dont le contenu fera partie aussi du contrat d'impartition.
3. Les catégories de services dont il n'est pas possible d'identifier les quantités d'extrants et/ou les prix seront traités globalement. Leur coût global fera partie du contrat d'impartition qui contiendra aussi la description de ces services et les niveaux des services prévus pour la période du contrat.

Les services du premier groupe devront satisfaire les exigences suivantes :

- Être clairement identifiables, gérables et contrôlables par le client et le fournisseur.
- Être exprimés en termes quantité de service livrable et de prix unitaire établis de manière directe.
- Être demandés explicitement par le client et avec procédure d'approbation unitaire.
- Que le client et le fournisseur disposent des connaissances, des données et des outils nécessaires à leur gestion.

Les quantités et prix des services du deuxième groupe seront établis en fonction de critères quantitatifs concernant les caractéristiques du logiciel, de la modification apportée par le service ou de l'environnement du logiciel, telles que la taille, la qualité ou la complexité. Ces services devront être également demandés et approuvés par le client.

La migration du scénario actuel vers le nouveau est représenté dans la figure 3.1. Du scénario régi par des contrats au coût global où on connaît peu des aspects économiques de la maintenance, on passe à deux groupes de scénario régis par une gestion en détail de services, fondée sur les paramètres de quantité et prix dont la dynamique tend à se rapprocher à la logique de marché. Dans le troisième groupe, on connaît le montant dépensé par service (P^*Q), mais on n'est pas encore en mesure de connaître les quantités des extrants livrés ni les prix unitaires des services.

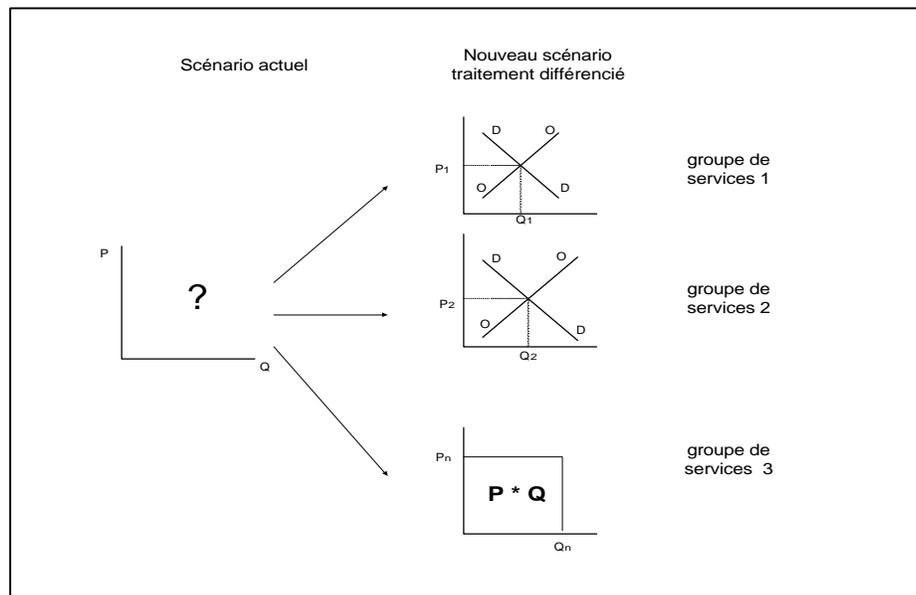


Figure 4.2

Migration vers un scénario de traitement différencié

Il faut remarquer cependant, que la structure des trois groupes sera progressivement modifiée. À long terme, l'objectif du modèle sera d'incorporer la totalité des services dans le premier groupe, où la gestion des services peut s'approcher davantage aux conditions de marché concurrentiel. Les progrès dans le domaine des connaissances, de la mesure et des disponibilités des données favoriseront aussi un tel déplacement.

Dans ce contexte, on prévoit comme tendance future, le déplacement graduel des catégories de services, du troisième groupe, où plusieurs d'entre elles se trouvent à court terme, vers le deuxième et après, vers le premier groupe.

4.4.6.- Gestion des prix : intentionnalité et flexibilité

Une gestion de prix basée sur une intentionnalité définie et flexible, permet d'améliorer les bénéfices d'une gestion orientée selon des critères de rationalité économique.

Pour que la dynamique de marché fonctionne, les prix ne doivent pas être établis de manière rigide. Les prix ne doivent pas ainsi être fixés dans l'abstrait. Ils doivent être établis en fonction d'orientations précises et en se basant sur une intentionnalité claire, qui est une conséquence logique de la compréhension de l'utilité pour l'organisation du service dont le prix est à établir et les facteurs affectés par son niveau.

Le processus de détermination des prix doit être aussi flexible, permettant la souplesse nécessaire pour s'adapter aux changements qui surviennent dans les environnements techniques et d'affaires. Les prix doivent donc être ajustés en fonction des changements dans les conditions qui déterminent leur niveau.

La flexibilité dans la gestion des prix autorise de cette façon une manœuvrabilité accrue dans l'interaction avec le marché et dans la gestion des services informatiques et des TI au sein d'une organisation. Cette manœuvrabilité (Boar 1994), constitue un attribut de premier ordre pour la capacité des composantes techniques des TI à rencontrer les conditions changeantes des affaires. Flexibilité et manœuvrabilité jouent par conséquent des rôles décisifs dans le processus d'alignement des TI avec les stratégies des affaires (Boar, 1994).

Une politique flexible de prix est aussi en mesure de prévoir l'application de mécanismes de sanction, négative et positive, à travers la fixation de niveaux de prix. Les responsabilités à

l'origine des travaux de maintenance, qui causent des dépenses additionnelles, peuvent ainsi être sanctionnées à partir des prix payés à un fournisseur de services.

Par exemple, on pourrait s'entendre que les défaillances produites par des défauts du développement, soient réparées gratuitement par le fournisseur des services de développement. Ou, si le fournisseur des modifications dans une application est responsable d'une défaillance, il serait obligé à fournir gratuitement la maintenance corrective correspondante. Dans ce contexte et à la limite, on pourrait même penser à des niveaux de prix négatifs, comme compensation du client pour les pertes subies lors des arrêts des systèmes.

Des pénalités aux fournisseurs seraient à appliquer à travers la gestion de prix. On pourrait considérer d'autres mécanismes comme la majoration des prix en fonction des améliorations de performance ou de qualité du service par exemple. Une gestion flexible de prix pourrait aussi encourager les gains de productivité et/ou le partage de ces gains entre le client et le fournisseur des services.

4.4.7.- Gestion de la productivité

La connaissance accrue des aspects économiques de la maintenance des logiciels, rendue possible par l'analyse des facteurs définissant leurs coûts et prix unitaires, rend aussi possible l'amélioration de la gestion de la productivité des services de maintenance. En permettant d'identifier les effets des différents facteurs considérés dans le modèle sur les dimensions de performance signalées par Sink (1985), cette connaissance économique de la maintenance rendra possible l'amélioration des décisions concernant les niveaux de productivité.

L'amélioration de la productivité implique, soit l'augmentation des extrants, soit la diminution des intrants, soit l'effet combiné des deux, soit des modifications dans les structures d'extrants et d'intrants. Dans la pratique, ces occurrences ne se manifestent que de façon indirecte à travers des actions affectant un ou plusieurs des ses composants:

- Une amélioration de productivité passe par exemple, par une augmentation de l'efficacité qui permet de livrer des produits plus valorisés par le marché ou plus alignés avec les objectifs d'affaires du client.
- Elle peut passer aussi par une amélioration de la qualité du produit livré qui fasse grandir sa valorisation dans le marché ou son alignement avec les besoins des affaires.
- Une amélioration du rendement des ressources utilisées lors des modifications apportées au processus productif entraîne aussi une amélioration du rapport extrants/intrants. L'amélioration de l'efficacité des services rendus par un fournisseur pourrait être obtenue ainsi par une ré-allocation des ressources internes. Celle-ci comporterait par exemple l'assignation des tâches de correction de code aux programmeurs ayant plus de familiarité avec la documentation de certaines applications.
- Des changements dans le style de gestion augmentant la motivation du personnel, et par conséquent son attitude face au travail, sont aussi susceptibles de générer des gains de productivité.

Quant à l'innovation, il faut remarquer que celle-ci n'agit sur les niveaux de productivité, qu'à travers d'autres dimensions de la performance. Par exemple, l'innovation agit sur l'efficacité, en rendant possible une amélioration d'un processus qui diminue la consommation de certaines ressources. C'est cette épargne de coûts qui permet d'atteindre un gain de productivité, mais non l'innovation en elle-même, dont les effets sur la productivité ne sont qu'indirects, bien qu'ils puissent s'avérer importants. Une innovation technologique peut agir aussi sur la qualité d'un service d'un processus permettant de meilleurs services ou à travers l'amélioration des produits ou des processus de travail en améliorant la prédisposition au travail des gens. Mais, dans tous ces cas son influence sur la productivité se manifeste de manière indirecte à travers la qualité, l'efficacité ou la qualité de vie dans le travail. Étant donné leur caractère indirect, les influences des innovations sur les niveaux de productivité ne sont constatées qu'à plus long terme et par le biais des changements dans les autres composants agissant directement sur la productivité.

4.4.8.- Conditions d'implantation

La mise en place du modèle conceptuel implique la présence de cinq pré-requis principaux portant sur le temps, les données, la mesure, le partage des responsabilités et le marché de la maintenance des logiciels.

- A) La progressivité temporelle, suppose que l'implantation du nouveau modèle n'est possible qu'à moyen ou à long terme, étant donnée l'envergure des changements qu'elle entraîne et les exigences au niveau de l'information demandée, des progrès requis dans les connaissances des services de maintenance (notamment en ce qui concerne le domaine de la mesure), des pratiques de gestion en place, et du développement des structures du marché de la maintenance des logiciels.

- B) La disponibilité des données, comporte des efforts importants dans la cueillette des données requises et l'analyse statistique de ces données, permettant l'identification des effets des caractéristiques du logiciel et de ses modifications sur les niveaux de coûts et des prix des services de maintenance. Ces efforts devront être systématisés à travers l'implantation de programmes de mesures comprenant les organisations du client et du fournisseur.

- C) De manière complémentaire, le développement des connaissances des services de maintenance et du domaine de la mesure en génie logiciel qui permet la définition des concepts de mesure rendant compte des aspects économiques du logiciel.

- D) Le partage de rôles et responsabilités entre le client et le fournisseur, aux niveaux des définitions des concepts, des modèles de productivité, de fixation des prix, de suivi et d'évaluation des résultats.

E) La constitution d'un marché pour les services d'impartition de maintenance des logiciels, qui suppose la génération et le partage d'information entre les différents participants. En conjonction avec le développement des mesures et l'implantation des programmes de mesures à l'interne des organisations, le déploiement du marché devrait aboutir à plus long terme à la définition de mesures reconnues et synthétiques rendant compte de la nature des extrants livrés par chaque catégorie de service en maintenance des logiciels.

4.5.- Vue synthétique du modèle proposé

Le modèle proposé porte sur les décisions de gestion courante des services de maintenance définis dans la section 4.1 de ce chapitre. Son implantation vise à changer le scénario actuel de gestion, décrit dans le chapitre 2 de ce rapport et caractérisé par l'orientation technique de la gestion régie par des contrats globaux et l'absence d'outils de gestion économique.

L'élimination des obstacles pour le fonctionnement de la logique économique de marché, causés par l'état actuel des connaissances en maintenance des logiciels, est basée sur l'application des modèles d'analyse de productivité qui permettra calculer les coûts unitaires des différents services de maintenance. Ces coûts constitueront le point de départ pour l'établissement des prix, dans un contexte de négociation client-fournisseur qui serait formalisé à partir d'un nouveau type de contrat d'impartition, plus détaillé et établi sur la base de l'identification des services livrés et des prix unitaires.

L'identification des livrables et des ressources utilisées dans les services est rendue possible par l'implantation de ce modèle de gestion. Ceci facilitera l'amélioration de la gestion de la productivité de ces services, de la part du fournisseur et du client.

Cependant, l'implantation du modèle ne pourra se faire de manière uniforme. Des différences de traitement sont ainsi à prévoir entre les catégories de services en fonction des possibilités de définition des prix.

L'implantation du modèle dépendra aussi de plusieurs conditions concernant la période d'implantation, la disponibilité des données, le niveau des connaissances dans le domaine de la mesure, le partage des rôles et responsabilités entre les participants et le développement du marché des services de maintenance des logiciels.

Les principaux composants conceptuels du modèle et son environnement d'implantation sont résumés et représentés dans la figure 4.3.

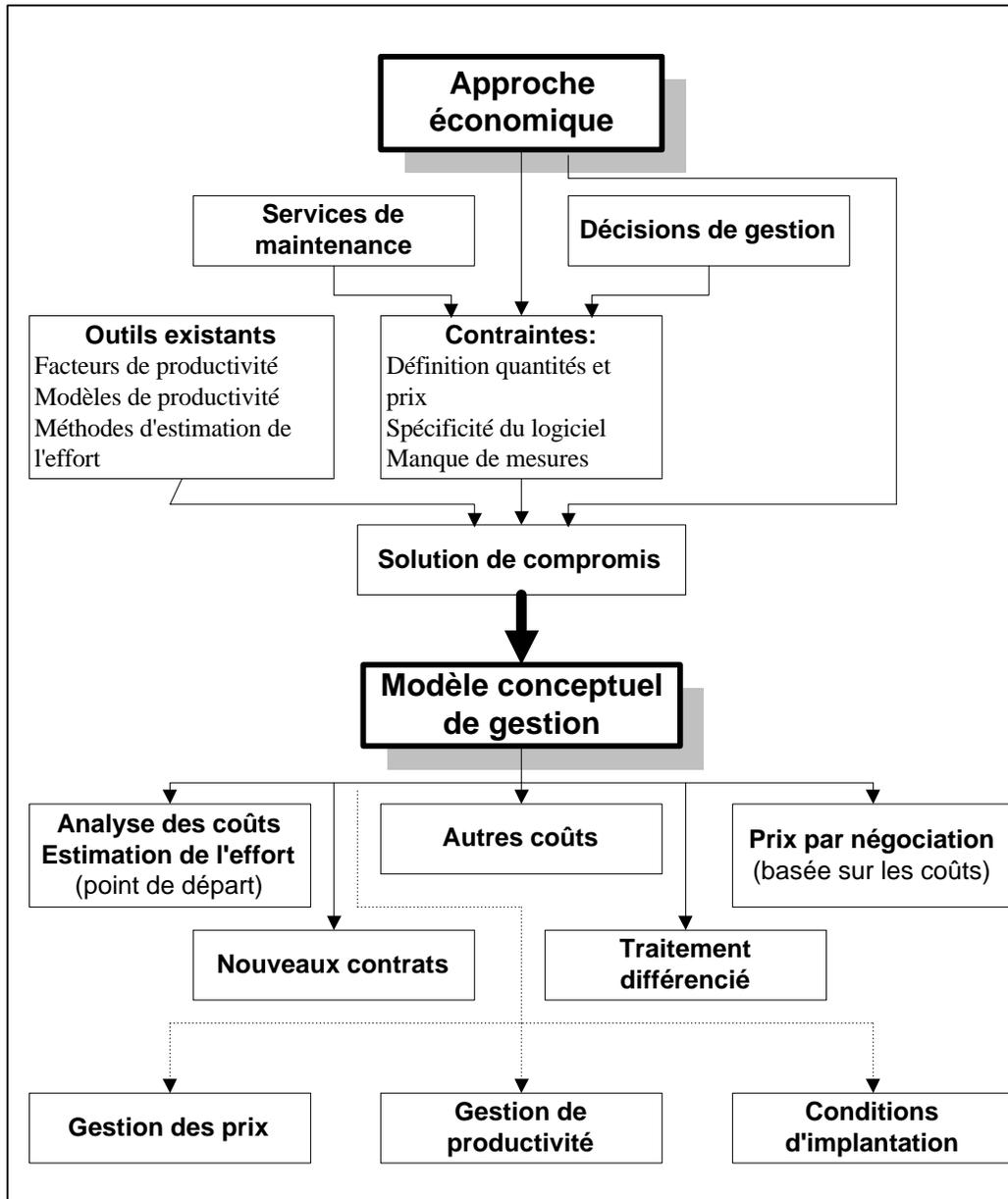


Figure 4.3

Vue d'ensemble du modèle conceptuel de gestion

CHAPITRE V

IDENTIFICATION DES MESURES REQUISES

Afin de satisfaire le troisième objectif fixé dans cette recherche, on présente dans ce chapitre les deux derniers livrables qui portent sur l'identification des caractéristiques quantifiables du logiciel en maintenance, des catégories services de maintenance et l'environnement de fonctionnement du logiciel, à prendre en considération lors de l'implantation du modèle. En visant d'illustrer les types de mesures demandées, on présente aussi des exemples de mesure.

Les caractéristiques présentées concernent la taille, la qualité et la complexité, qui constituent des facteurs candidats pour expliquer le niveau d'effort, selon la littérature existante sur l'effort et la productivité de la maintenance. Pour chacune des six catégories de maintenance définies dans la section 4.1 de ce rapport (orientation du modèle), on propose ainsi des facteurs candidats à expliquer leurs niveaux d'effort correspondant.

Quant aux exemples de mesures, ceux-ci portent sur les mêmes types de caractéristique. Ces exemples regardent aussi les dimensions de performance influençant sur la productivité (Sink, 1985) et les mécanismes de transmission de ces caractéristiques sur les niveaux de productivité.

5.1.- Productivité, caractéristiques du logiciel et de son utilisation

On présente dans cette section l'inventaire, groupé par sources, des caractéristiques du logiciel, de son utilisation et de son environnement ayant des effets sur les niveaux de productivité. Cet inventaire est cependant limité aux sources spécialisées en génie logiciel que nous avons consulté et aux caractéristiques du logiciel qui, d'après notre compréhension, risquent d'affecter directement ou indirectement le niveau d'effort demandé par les différentes catégories de maintenance.

Il faut remarquer, cependant, que peu de travaux de vérification statistique et empirique, sur ces effets ont été réalisés jusqu'à date. Les facteurs affectant la maintenance restent ainsi dans la plupart des cas, des propositions basées sur l'expérience des auteurs dont la vérification reste encore à faire dans des contextes expérimentaux.

Le tableau 5.1 résume l'inventaire recueilli dans la littérature, des facteurs ayant incidence sur les niveaux d'effort et productivité du logiciel

Tableau 5.1
Caractéristiques du logiciel influençant la productivité

Facteur influençant productivité	M&M	Jones	Banker	S & B	Jorg	VW	Sneed	IFPUG	ISO
• Taille du système	✓			✓					
• Taille des programmes		✓							
• Taille fonctionnelle des applications						✓	✓		
• Taille de la modification ou du livrable à réaliser					✓		✓		
• Âge du système	✓			✓					
• Nombre de lignes de code (LOC) modifiées par rapport au nombre de lignes ajoutées ou effacées					✓				
• Type d'application	✓								
• Types de programmes	✓	✓							
• Types changements code					✓				
• Langage de programmation	✓	✓			✓	✓			
• Difficulté de la tâche									
• Nouveauté programme		✓							
• Expérience programmeurs				✓	✓				
compétences ou aptitudes du personnel informatique			✓						

• Facilité de compréhension										✓
-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

Tableau 5.1 (suite)

Facteur influençant productivité	M&M	Jones	Banker	S & B	Jorg	VW	Sneed	IFPUG	ISO
• Capacité d'apprentissage									✓
• Facilité d'exploitation								✓	✓
• Comportement vs. Temps	✓						✓		✓
• Comportement vs. Ressources	✓								✓
• Maintenabilité									✓
• Facilité d'analyse									✓
• Facilité de modification	✓								✓
• Stabilité									✓
• Facilité de tests	✓								✓
• Facilité d'adaptation								✓	✓
• Facilité d'installation								✓	✓
• Conformité aux règles de portabilité	✓						✓	✓	✓
• Interchangeabilité	✓						✓		✓
• Cohérence									✓
• Capacité de suivi									✓
• Instructions conditionnelles									✓
• Référence unifiée des données									✓
• Adéquation des noms des variables	✓								✓
• Instructions du programme	✓								✓
• Modularité	✓						✓		
• Organisation hiérarchique	✓								
• Consistance de style	✓								
• Utilisation des données et des procédures correctes	✓								
• Concision	✓								
• Complétude	✓								
• Fiabilité	✓			✓					
• Utilisabilité	✓						✓		
• Structures organisationnelles		✓							
• Séparation des sites		✓			✓	✓		✓	
• Charge du travail du personnel			✓						
• Exigences du matériel (emmagasiner et traitement)				✓					
• Longueur des tâches					✓				
• Intégrité							✓		

• Flexibilité							✓		
• Lisibilité							✓		

Tableau 5.1 (suite)

Facteur influençant productivité	M&M	Jones	Banker	S & B	Jorg	VW	Sneed	IFPUG	ISO
• Indépendance des données							✓		
• Communication des données								✓	
• Système distribué								✓	
• Performance								✓	
• Configuration à utilisation intensive								✓	
• Taux de transaction									
• Saisie interactive									
• Convivialité									
• Mise à jour en temps réel									

M&M : Martin et Mc Clure (1983)

Jones : Jones (1986)

Banker : Banker (1987)

S&B : Swanson et Beath (1989)

Jorg : Jorgensen (1995)

VW : Gorbjohann (1995)

Sneed : Sneed (1995)

IFPUG : IFPUG (1994)

ISO : ISO/IEC 9126 (1996)

5.2.- La mesure des services de maintenance

Des caractéristiques du logiciel affectant la productivité du logiciel, et orientées vers l'estimation du coût de chaque service de maintenance sont proposés dans cette section. La mesure de l'extrait livrable est abordée à partir de la taille de la requête ou de la modification réalisée, tandis que celle des aspects comportant des effets indirects, est abordées à partir des

caractéristiques du logiciel (taille, qualité), de son utilisation et des ressources compromises dans la maintenance.

Les caractéristiques mesurables proposées, constituent un inventaire préliminaire des facteurs affectant la productivité des différentes catégories de maintenance des logiciels. Cet inventaire a été établi sur la base de la revue de littérature portant sur la productivité et la qualité du produit logiciel.

Dans la présentation de cet inventaire, on avance aussi des propositions sur le composant de productivité à travers lequel chacun des critères identifiés agirait sur le niveau d'effort requis.

5.2.1.- Proposition pour la maintenance adaptative comportant la modification de fonctionnalités

Les extraits de la maintenance adaptative, comportant des changements de fonctionnalités, pourront être exprimés de manière directe, par la taille fonctionnelle de la modification réalisée sur le logiciel. Cette taille devra considérer la taille des fonctionnalités ajoutées, celle des fonctionnalités supprimées et celle des fonctionnalités changées :

$$\text{Taille fonctionnelle modification} = a * \text{Taille ajoutée} + b * \text{Taille supprimée} + c * \text{Taille changée}$$

où «a», «b» et «c» représentent les poids spécifiques de chacun des composants considérés.

Les caractéristiques indirectes retenues (27) agissent sur l'effort à travers d'une ou de plusieurs des dimensions de la performance affectant la productivité définies par Sink (1985), ce qui implique que ce critère soit mesuré une ou plusieurs fois.

Dans le cas des caractéristiques de qualité du produit, une caractéristique affectant l'efficacité, par exemple la facilité de compréhension, peut affecter aussi l'efficience :

- Dans le premier cas, cette caractéristique correspond à l'effort de l'utilisateur pour comprendre les tâches, intrants, opérations et extrants du logiciel. Elle doit être mesurée ainsi selon une perspective externe du comportement du logiciel et/ou de l'utilisateur (ISO/IEC 9126, 1996).
- Dans l'autre cas, la facilité de compréhension concerne l'effort des informaticiens pour comprendre la structure et le fonctionnement interne du logiciel. Cette facilité devra se mesurer alors à partir d'une perspective interne ou à partir des caractéristiques techniques du logiciel.

Dans des cas autres que les caractéristiques de qualité, un même critère peut avoir des effets sur l'efficacité aussi bien que sur l'efficience (réutilisation, par exemple). Les premières agiraient principalement sur l'opportunité où le service est livré, tandis que les effets sur l'efficience seraient expliqués à partir de changements dans la composition et les quantités de ressources utilisées.

Tableau 5.2

Facteurs de productivité maintenance adaptative : modification des fonctionnalités

Facteur	Efficacité	Efficience	Qualité	Qualité vie travail	Innovation
1. Taille fonctionnelle modification	[
2. Taille fonctionnelle application	[
3. Taille des fonctions modifiées	[
4. Taille des programmes spécifiques à modifier		[
5. Nombre d'entrées et de sorties de données	[
6. Disponibilité des ressources		[
7. Compétences aptitudes du personnel informatique	[[
8. Connaissances ou aptitudes des utilisateurs	[
9. Expérience personnel informatique avec le logiciel		[
10. Nombre d'utilisateurs pour approuver un livrable	[[
11. Opportunité des changements	[
12. Langage de programmation		[
13. Âge du logiciel		[
14. Utilisation des techniques structurées		[
15. Réutilisation du code		[
16. Réutilisation du design		[
17. Environnement de travail	[[[
18. Degré de satisfaction du personnel informatique		[[
19. Degré satisfaction utilisateurs avec maintenance	[[
20. Qualité de la documentation	[[[
21. Qualité des outils informatiques		[[
22. Aptitude	[
23. Facilité de compréhension	[[[
24. Facilité d'analyse		[[
25. Facilité de modification		[[
26. Facilité de tests		[[
27. Complexité		[[
28. Modularité		[[

5.2.2.- Proposition pour la maintenance adaptative sans modification de fonctionnalités

Dans cette sous-catégorie de maintenance, des modifications sont apportées au logiciel afin de l'adapter à des changements survenus dans les environnements matériels ou logiciels où il fonctionne. Les fonctionnalités du logiciel ne sont pas affectées dans ce cas où les travaux concernent plutôt des modifications aux programmes afin de les adapter aux exigences des nouveaux environnements.

La taille de la modification doit ainsi exprimer l'envergure des changements réalisés au code des programmes, et son estimation sera basée sur le nombre de lignes de code (LOC). La prise en compte d'autres caractéristiques des programmes, comme le langage de programmation utilisé, l'utilisation ou non des techniques structurées et les attributs de qualité comme les facilités d'analyse et d'adaptation, permettraient une meilleure mise en contexte de cette mesure, très souvent dépendante du langage et faisant abstraction de la qualité (Bourque et Côté, 1991).

Tableau 5.3

Facteurs de productivité maintenance adaptative : sans modification des fonctionnalités

Facteur	Efficacité	Effizienz	Qualité	Qualité Vie travail	Innovation
1. Taille de la modification		[
2. Taille de l'application		[
3. Taille fonctionnelle de l'application	[
4. Disponibilité des ressources		[
5. Impact des modifications sur les systèmes en place					[
6. Types de changements prévus dans le logiciel					[
7. Types de changements prévus dans le code		[
8. Compétences ou aptitudes du personnel informatique		[
9. Connaissances ou aptitudes des utilisateurs	[
10. Expérience du personnel informatique avec le logiciel		[
11. Opportunité des changements	[
12. Langage de programmation		[
13. Âge du logiciel		[
14. Utilisation des techniques structurées		[
15. Réutilisation du code	[[
16. Réutilisation du design	[[
17. Environnement de travail				[
18. Qualité de la documentation		[[
19. Qualité des outils informatiques		[
20. Aptitude	[
21. Interopérabilité		[
22. Facilité de compréhension		[[
23. Facilité d'analyse		[[
24. Facilité d'adaptation		[[
25. Facilité de tests		[[
26. Complexité		[[

27. Modularité		[[
----------------	--	---	---	--	--

5.2.3.- Proposition pour la maintenance corrective

Reliée à la correction des erreurs de programmation, cette catégorie concerne aussi directement la modification du code des programmes. L’effort qu’elle exige sera par conséquent relié à l’envergure des modifications pratiquées sur le code, et dans des conditions déterminées, référées aux caractéristiques des programmes, du logiciel et de l’environnement, lesquelles sont détaillées dans le tableau 5.3.

Étant donné les types de travaux à vocation technique qui exige cette catégorie de maintenance, la plupart des 47 facteurs qui risquent d’influencer la productivité et le coût, se relie à des aspects plutôt techniques et internes des logiciels.

Tableau 5.4
Facteurs affectant la productivité de la maintenance corrective

Facteur	Efficacité	Efficienc	Qualité	Qualité Vie travail	Innovation
1. Taille de la modification des programmes	[[
2. Taille application		[
3. Taille des programmes spécifiques à modifier		[
4. Taille fonctionnelle application		[
5. Urgence de la correction	[[
6. Disponibilité des ressources		[
7. Compétences ou aptitudes du personnel informatique	[[
8. Expérience du personnel informatique avec le logiciel	[[
9. Impact des modifications sur les systèmes en place		[
10. Types de changements prévus dans le logiciel		[
11. Types de changements prévus dans le code		[
12. Opportunité des changements	[
13. Volatilité (taux de changement) du logiciel		[
14. Langage de programmation		[[
15. Âge du logiciel		[[
16. Temps de réponse de l’environnement informatique		[
17. Utilisation des techniques structurées		[
18. Environnement de travail ?				[
19. Réutilisation du code		[

20. Réutilisation du design		[
21. Qualité de la documentation	[[[
22. Qualité des outils informatiques		[

Tableau 5.4 (suite)

Facteur	Efficacité	Efficience	Qualité	Qualité Vie travail	Innovation
23. Aptitude		[
24. Exactitude		[
25. Interopérabilité		[
26. Conformité réglementaire	[
27. Maturité		[
28. Tolérance aux erreurs		[[
29. Possibilité de récupération		[
30. Facilité de compréhension		[[
31. Facilité d'analyse		[[
32. Facilité de modification		[[
33. Stabilité		[
34. Facilité de tests		[
35. Comportement vs. temps	[[
36. Comportement vs. ressources		[
37. Facilité d'analyse		[
38. Facilité d'adaptation		[
39. Facilité d'installation		[
40. Interchangeabilité		[
41. Portabilité		[
42. Modularité		[
43. Complexité		[
44. Capacité de suivi (Traceability)		[
45. Consistance de style des programmes		[
46. Adéquation des noms des variables		[
47. Multiplicité de sites		[
48. Mise à jour en temps réel		[

5.2.4.- Proposition pour la maintenance perfective

Cette catégorie de maintenance concerne des modifications permettant des améliorations à la performance du logiciel. Comme dans les cas précédents, cette catégorie comporte

principalement des changements du code des programmes. L'effort que ces changements demandent, dépendra ainsi de leur envergure tout en tenant en compte des autres facteurs influençant indirectement la taille du code modifié et le niveau de l'effort demandé.

En plus de l'envergure de l'amélioration, l'incidence de chacun des 38 facteurs détaillés ci-dessous sur la productivité de l'effort dépendra du type d'amélioration visé : amélioration opérationnelle (temps de réponse du logiciel), de coût-bénéfice (produit livré vs. ressources utilisées), des conditions de maintenabilité, et de qualité technique du logiciel.

Tableau 5.5
Facteurs affectant la productivité de la maintenance perfective

Facteur	Efficacité	Efficience	Qualité	Qualité Vie travail	Innovation
1. Taille modification	[
2. Taille application		[
3. Taille fonctionnelle application		[
4. Disponibilité des ressources		[
5. Compétences ou aptitudes du personnel informatique	[[
6. Connaissances ou aptitudes des utilisateurs	[
7. Expérience personnel informatique avec le logiciel	[[
8. Impact des modifications sur les systèmes en place					[
9. Impact des modifications sur les technologies utilisées					[
10. Types de changements prévus dans le logiciel		[
11. Types de changements prévus dans le code		[
12. Opportunité des changements	[
13. Langage de programmation		[[
14. Âge du logiciel		[[
15. Utilisation des techniques structurées		[
16. Réutilisation du code		[
17. Réutilisation du design		[
18. Environnement de travail ?				[
19. Qualité des outils informatiques		[
20. Qualité de la documentation	[[
21. Aptitude	[[
22. Exactitude	[[
23. Interopérabilité		[
24. Maturité	[[[

25. Tolérance aux erreurs	[[[
26. Possibilité de récupération		[
27. Facilité de compréhension	[[
28. Comportement vs. temps	[[
29. Facilité d'analyse	[[[
30. Facilité de modification		[
31. Stabilité		[[
32. Facilité de tests		[

Tableau 5.5 (suite)

Facteur	Efficacité	Efficiences	Qualité	Qualité vie travail	Innova- tion
33. Facilité d'adaptation		[
34. Interchangeabilité		[
35. Cohérence		[
36. Capacité de suivi (Traceability)		[
37. Modularité		[
38. Complexité		[

5.2.5.- Proposition pour la maintenance préventive

Comme dans la plupart des catégories traitées, la maintenance préventive implique la modification du code des programmes. Une première mesure permettant d'approcher le niveau d'effort requis de l'effort, sera ainsi la taille du code modifié.

Cependant, la nature de ce type de travaux et leur intentionnalité de réduire la probabilité de défaillance (BTE, 1992), autorisent l'exploration de concepts de mesure alternatifs, reliés plutôt à la diminution de la maintenance corrective, qui constitue en dernière instance, l'objectif des activités de prévention.

Ces concepts doivent correspondre davantage à une perspective du client, car ils doivent s'aligner plus clairement et directement avec les résultats attendus de ces travaux. Selon une perspective de l'utilisateur, la diminution des coûts de maintenance corrective se relierait

directement avec l'estimation de l'utilité des services de maintenance recherchée par le client, qui disposerait ainsi d'un outil de mesure privilégié lors de la négociation du prix.

Du point de vue des résultats, la complémentarité démontrée en maintenance industrielle, entre les coûts de la maintenance corrective et ceux de la maintenance préventive (BTE, 1992), ouvre des voies intéressantes vers l'optimisation des coûts de la maintenance des logiciels.

Tableau 5.6
Facteur affectant la productivité de la maintenance préventive

Facteur	Efficacité	Efficiency	Qualité	Qualité Vie travail	Innovation
1. Taille de la modification	[
2. Diminution de corrective	[
3. Taille application		[
4. Taille des programmes spécifiques à modifier		[
5. Disponibilité des ressources		[
6. Compétences ou aptitudes du personnel informatique		[
7. Expérience du personnel informatique avec le logiciel		[
8. Impact des modifications sur les systèmes en place					[
9. Types de changements prévus dans le code		[
10. Opportunité des changements	[
11. Langage de programmation		[[
12. Âge du logiciel		[[
13. Utilisation des techniques structurées		[
14. Environnement de travail ?				[
15. Qualité des outils informatiques		[
16. Qualité de la documentation		[[
17. Aptitude		[
18. Exactitude		[
19. Facilité de compréhension	[[
20. Capacité d'apprentissage	[[
21. Interopérabilité		[
22. Conformité réglementaire	[[
23. Sécurité		[
24. Maturité		[[
25. Tolérance aux erreurs		[[
26. Possibilité de récupération		[
27. Facilité d'analyse		[[

28. Facilité de modification		[
29. Stabilité		[[
30. Facilité d'adaptation		[[
31. Interchangeabilité		[
32. Cohérence		[[
33. Capacité de suivi (Traceability)		[
34. Modularité		[[
35. Complexité		[

5.2.6.- Proposition pour le support à l'utilisateur

Cette catégorie regarde la manière dont le logiciel est utilisé et les impacts de cette utilisation sur l'utilisateur, plutôt que les changements apportés au logiciel. Le support concerne ainsi des activités très variées comme des explications sur le fonctionnement des logiciels, des activités de formation, des rapports d'évaluation, de la normalisation, des coordinations entre les utilisateurs et les instances techniques de la maintenance des logiciels. Dans ce contexte, le support comprendrait aussi la gestion des requêtes de maintenance fournies par le Bureau de support ou *Help-Desk*, qui constitue usuellement le premier point de contact de l'utilisateur avec l'informatique.

La nature du support implique que l'effort de cette catégorie est moins liée à des aspects techniques du logiciel. En revanche, des aspects de communication, documentation, des connaissances des utilisateurs et notamment les relations à établir entre le service de support et les utilisateurs prendront une place plus importante en tant que facteurs expliquant le niveau d'effort requis.

Le nombre de requêtes, classées par type de requête, sera le facteur à évaluer dans une première instance, comme facteur-candidat visant à expliquer le contenu de l'extrait de cette catégorie.

Tableau 5.7
Facteurs affectant la productivité du support à l'utilisateur

facteur	Efficacité	Efficience	Qualité	Qualité vie travail	Innovation
1. Requête par type	[
2. Nombre d'utilisateurs par type de requête	[
3. Degré de sévérité des requêtes	[
4. Disponibilité des ressources		[
5. Compétences ou aptitudes du personnel		[
6. Connaissances ou aptitudes des utilisateurs	[[
7. Expérience du personnel avec le logiciel		[
8. Expérience des utilisateurs avec le logiciel	[[
9. Type de communication employé	[[
10. Endroit de résolution		[
11. Environnement de travail service support				[
12. Environnement de travail utilisateurs				[
13. Relations avec les utilisateurs	[[
14. Temps de réponse de l'environnement informatique		[
15. Nombre d'utilisateurs	[
16. Durée du temps de résolution du problème	[
17. Volatilité (taux de changement) du logiciel	[[
18. Volatilité (taux de changement) de l'environnement	[[
19. Qualité de la documentation	[[[
20. Aptitude	[[[
21. Exactitude	[[[
22. Conformité réglementaire	[[[
23. Interopérabilité		[
24. Maturité		[[
25. Tolérance aux erreurs	[[[
26. Possibilité de récupération		[
27. Facilité de compréhension	[[[
28. Capacité d'apprentissage	[[
29. Facilité d'exploitation	[[
30. Facilité d'analyse		[
31. Stabilité		[[

5.3.- Exemples de mesures

Afin d'illustrer les conditions d'implantation, quatre mesures de caractéristiques de logiciel sont brièvement décrites. Ces mesures, pouvant avoir des effets sur les niveaux des extrants livrés, de l'effort, des coûts et des prix de la maintenance concernent : la taille de la modification réalisée, les effets sur l'efficacité et sur l'efficience de la maintenance, et la complexité des logiciels.

5.3.1.- Exemple 1 : La technique étendue de points de fonction

La technique étendue de points de fonction (PFe) se base sur le modèle de points de fonction (IFPUG, 1994) pour répondre au besoin spécifique des analyses de productivité des logiciels. Les points de fonction (PF) ont été l'objet de plusieurs versions postérieures tendant à son amélioration comme mesure de taille fonctionnelle.

Les PF visent à mesurer la taille fonctionnelle des logiciels selon la perspective des utilisateurs. Ils mesurent le nombre de fonctionnalités livrées indépendamment des technologies et des outils utilisés pour les produire.

Le comptage des PF comporte les étapes suivantes :

- L'identification de cinq composants du processus de traitement de l'information : fichiers logiques internes, fichiers logiques externes, entrées, sorties et interrogations.
- La détermination des niveaux de complexité de chacun des composants, en fonction des éléments de données et des fichiers référencés dans le cas des entrées des sorties et des interrogations, et en fonction des éléments de données et du nombre d'enregistrements logiques dans les cas des fichiers logiques internes et externes. La détermination du niveau

de complexité (bas, moyen ou élevé) se réalise en appliquant des matrices d'équivalences pre-définies pour le modèle de PF.

- L'attribution de poids à chaque composant suivant aussi des équivalences préétablies. L'addition de ces poids permet d'obtenir les points de fonction non-ajustés du logiciel.
- L'évaluation de l'impact que 14 caractéristiques du système peuvent avoir sur la taille de l'application. Cette évaluation permet d'obtenir un facteur d'ajustement qui peut faire varier de $\pm 35\%$ le comptage final de l'application.
- L'ajustement des points de fonction, en appliquant le facteur d'ajustement au nombre de points de fonction non-ajustés.

Cependant, la technique de PF ne serait pas applicable directement à la mesure de la maintenance adaptative. Sa structure de comptage, basée sur l'existence de trois intervalles, ne permet pas de rendre compte des livrables de petite taille fonctionnelle comme le sont la plupart des travaux de maintenance adaptative. Par son manque de « granularité » l'application de cette technique génère les mêmes résultats pour des tailles différentes quand les modifications ne sont pas d'envergure, ce qui ne pose pas de problèmes dans l'évaluation de gros projets de développement. La technique des PF introduit cependant des distorsions dans l'évaluation des petits travaux de maintenance adaptative dont leur grandeur se situe le plus souvent, à l'intérieur du premier rang de taille fonctionnelle que la technique de points de fonction n'est pas capable de discriminer adéquatement (Abran et Nguyenkim, 1989).

Ce sont ces auteurs qui ont proposé l'extension de la technique de PF pour son application à la mesure des travaux de maintenance adaptative. Cette technique étendue de points de fonction (PFe) consiste principalement à l'« explosion » des intervalles des matrices d'équivalences originales, dans plusieurs petits intervalles pouvant rendre compte des petites différences de taille dans les cinq composants considérés par la technique originale (Abran et Nguyenkim, 1989). Les PFe ont été développés pour rendre compte des changements des fonctionnalités (ajout, enlèvement, modification) dans le contexte des petits travaux de maintenance adaptative.

Les PFe visent ainsi à mesurer les extrants de la maintenance adaptative comportant des modifications aux fonctionnalités du logiciel. Ils concernent la taille de la modification qui doit avoir une influence directe sur le niveau d'effort demandé par cette catégorie de maintenance.

Du point de vue de la productivité, cette mesure se relie à l'efficacité du processus de maintenance, du fait qu'elle vise de rendre compte de la quantité des changements produits selon une perspective de l'utilisateur.

Quant à son applicabilité, plusieurs travaux d'expérimentation dans les domaines de la productivité et de la mesure de la maintenance supportent la pertinence de l'utilisation des PFe dans ce contexte : (Abran et Nguyenkim, 1993; Abran, 1994; Abran et Maya, 1995 ; Maya, 1995).

5.3.2.- Exemple 2 : Facilité d'analyse des pannes

Cette mesure dénommée en anglais *Effortless failure analysis* dans le cadre des normes ISO (ISO/IEC 9126, 1996), correspond à la sous-caractéristique de facilité d'analyse et à la caractéristique de maintenabilité. Du point de vue de la productivité, elle concerne l'efficacité des ressources de maintenance, puisqu'on met en évidence le temps requis par les ressources chargées de la maintenance afin de résoudre les pannes arrivées au logiciel.

Le but de cette mesure est d'évaluer le temps nécessaire à l'identification des causes des pannes dans le fonctionnement du logiciel. La perspective de cette mesure à caractère externe, est celle de l'utilisateur.

Tel que formulées par ISO (1996b), les représentations mathématiques rendant compte de cette mesure sont les suivantes :

$$MT = \text{Sum (T)} / N$$

$$T = \text{Tout} - \text{Tin}$$

où :

MT = *Mean Time* = temps moyen de résolution des pannes

Tout = Moment où les causes de la panne ont été trouvées

Tin = Moment où la panne a été rapportée par l'utilisateur

N = Nombre de pannes enregistrées et analysées.

Le processus de mesure consiste ainsi à calculer la moyenne de temps qui prend l'analyse des pannes, en comptant le temps écoulé entre le moment où les pannes sont rapportées, et celui où la cause est identifiée.

Par les variables qu'elle traite, l'application de cette mesure s'avère pertinente dans le cas de la maintenance corrective.

5.3.3.- Exemple 3 : Disponibilité des Tutoriels

La disponibilité des « tutoriels » (*Tutorial readiness*) concerne la sous-caractéristique de capacité d'apprentissage à l'intérieur de la caractéristique de facilité d'utilisation telle que définie par ISO/IEC 9126 (1996). Du point de vue de la productivité, cette mesure concerne aussi l'efficacité des ressources de maintenance, en mesurant les moyens nécessaires à l'exécution de leurs tâches dont disposent ces ressources.

Le but de la mesure est d'évaluer le degré où les différentes fonctions concernées par l'opération du logiciel, disposent des tutoriels dont elles ont besoin. Sa perspective est interne et regarde dans ce cas, le personnel technique impliqué dans les activités de maintenance.

La représentation mathématique de cette mesure est la suivante :

$$X = A / B$$

où :

X = Disponibilité des Tutoriels

A = Nombre confirmé en revue, des fonctions disposant des tutoriels

B = Nombre des fonctions ayant besoin de tutoriels

5.3.4.- Exemple 4 : Complexité cyclomatique de McCabe

Le nombre cyclomatique constitue une des mesures parmi les plus connues de complexité des logiciels. La complexité est considérée par ISO/IEC 9126 (1996) comme faisant partie des « métriques pures internes ». Kahn (1995) de son côté, associe cette mesure à l'évaluation de la maintenabilité, concernant directement les sous-caractéristiques de facilité d'application de tests et de facilité de compréhension dans le modèle ISO (ISO/IEC 9126, 1996).

Le but de la mesure est d'évaluer le degré de complexité du logiciel pour la maintenance et sa perspective est celle du personnel chargé de la maintenance.

La formule générale de la complexité cyclomatique est :

$$M = V(G) = e - n + 2p$$

où :

V(G) = nombre cyclomatique de G

e = nombre d'arcs du graphe

n = nombre de nœuds

p = nombre de parties non-connectées du graphe

M est aussi égal au nombre de décisions binaires d'un programme plus 1.

La complexité cyclomatique est aussi additive. La complexité de plusieurs graphes, considérée comme un groupe, est égale à l'addition des complexités des graphes individuels.

Quant aux effets de la complexité sur l'effort, les résultats des recherches précédentes sont contradictoires. Sneed (1995), bien qu'il considère la complexité comme un des éléments déterminant du niveau d'effort en maintenance, mentionne les résultats d'une étude menée par Vassey et Weber en Australie, basée sur 447 applications commerciales en COBOL, dans laquelle on conclut que la complexité n'aurait qu'un impact limité sur les coûts de réparation d'erreurs. Kan (1995) de son côté, rend compte des recherches menées par Craddock suggérant la pertinence de l'utilisation de la complexité cyclomatique comme indicateur du nombre d'erreurs dans un programme.

CHAPITRE VI

ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Dans ce dernier chapitre, nous présentons d'abord l'analyse des livrables générés dans le cadre de cette recherche.

L'interprétation des résultats, faisant partie de la dernière phase du cadre méthodologique suivi, est ensuite exposée dans ces trois composants : contexte d'interprétation, extrapolation des résultats et travaux futurs à entreprendre.

Finalement, on conclut avec un résumé de la démarche méthodologique suivie dans la réalisation de ce travail de recherche. Ce résumé, sous la forme de tableau, est aussi présenté dans l'appendice A.

6.1.- Analyse

En concordance avec le cadre méthodologique de cette recherche, dans cette section on présentera une brève analyse de la portée de ce travail d'activité de synthèse, en mettant l'emphase sur la contribution de chacun des livrables par rapport aux recherches précédentes dans le domaine de l'impartition informatique.

6.1.1.- Livrable 1 : Justification de l'approche économique

L'approche proposée dans ce travail permet de placer la problématique de la gestion de la maintenance des logiciels et de l'impartition de ces services, dans un terrain économique. En

comparaison avec les approches traditionnelles où les aspects techniques sont dominants, l'approche proposée permet d'établir des liens entre la gestion courante de ces activités et la logique des affaires des organisations modernes dont les décisions sont régies de manière prédominante, par des critères de coût-bénéfice.

La connaissance qu'entraîne une gestion des transactions basée sur des quantités et des prix fournit, en plus, des éléments importants pour l'amélioration des processus d'évaluation des services informatiques et de leur valorisation. Dans le domaine de la gestion des investissements, la connaissance accrue des aspects économiques de la gestion des logiciels rendrait possible une plus grande capacité d'évaluation des effets économiques de l'implantation des TI, dont les limites constituent des obstacles décisifs pour l'utilisation des critères de coût-bénéfice, comme des critères régissant l'évaluation des investissements dans les TI (Willcocks, 1995).

Il faut remarquer, cependant, que ce type d'approche n'est pas nouveau en informatique, puisqu'il s'applique aux transactions comportant des composants matériels des systèmes d'information. Dans la maintenance industrielle, l'approche économique est aussi appliquée depuis longtemps

Néanmoins, il faut tenir compte que la spécificité des composants logiciels et le retard relatif du développement de la mesure en génie logiciel, posent des difficultés de taille pour l'adoption de ce type d'approche dans les domaines du développement et de la maintenance des logiciels. L'implantation à court terme de l'approche économique exige ainsi la mise en place d'une solution de compromis, qui tienne compte des outils déjà existants dans le domaine de la mesure en génie logiciel.

6.1.2.- Livrable 2 : Modèle conceptuel de gestion

Dans le cas de la maintenance des logiciels, la solution de compromis évoquée ci-dessus, suppose l'implantation d'un modèle d'établissement de prix en partant des modèles de productivité pour calculer la taille des modifications et les niveaux de coûts correspondants. Des travaux importants sont ainsi à entreprendre, au niveau de la définition des modèles de productivité appropriés à chaque catégorie de maintenance et à chaque environnement organisationnel concret. Le modèle proposé demande également des efforts tout aussi importants dans la collecte que dans le traitement de données, aux niveaux internes des organisations des clients et des fournisseurs de ces services.

Par rapport aux recherches précédentes dans le domaine de l'impartition, l'utilisation de l'approche économique et des concepts de mesure développés en génie logiciel dans cette activité de synthèse, permet de dépasser les limites posées aux analyses basées sur la théorie des coûts de transaction (Aubert et al. 1995, 1994, 1992; Lacity et Hirshheim, 1993, 1995; Lacity et Willcocks, 1996; Boar, 1994). L'approche économique permet ainsi d'aborder le problème de la gestion courante des services informatiques impartis et non seulement celui de la décision d'impartir. Elle permet aussi d'intégrer la gestion dans un cadre analytique plus général et global, duquel la théorie des coûts de transaction ne serait qu'un cas particulier. Enfin, l'approche économique permet de visualiser les bases d'un meilleur alignement entre l'informatique et les affaires de l'organisation ayant impartit ses services informatiques.

Du point de vue de la compétitivité, le modèle proposé permettra d'agir sur les facteurs qui la déterminent, à partir d'une meilleure visualisation de la position compétitive dans le marché. Tel qu'expliqué dans la section 3.6, les positions compétitives peuvent être représentées à partir des écarts entre les fonctions individuelles de demande et d'offre, et celles du marché. Dans ce contexte, ces écarts constituent des points de repère décisifs pour orienter les actions cherchant de nouvelles positions de compétitivité. En termes de marché, ces actions se traduiraient dans des décisions et actes visant à combler ou à générer ces écarts à partir du processus d'égalisation/différentiation qui est consubstantiel à la dynamique marchande.

La responsabilisation de l'utilisateur des services serait encouragée aussi par une gestion fondée sur les quantités et les prix. À partir de la connaissance des prix de ce qu'il demande et reçoit, l'utilisateur serait en mesure d'apprécier l'effet économique de ses décisions. En outre, si des mécanismes réels de facturation aux utilisateurs sont en plus implantés, on disposerait d'outils très détaillés d'évaluation des décisions des utilisateurs. L'utilisation de ces outils, contribuera à minimiser le gaspillage et à l'amélioration, du point de vue économique, de la gestion des ressources informatiques.

6.1.3.- Livrables 3 et 4 : Les variables et les mesures

Du côté de la mesure, à différence des autres travaux portant sur l'impartition, on propose dans cette recherche l'utilisation de mesures et de concepts développés dans le cadre du génie logiciel, tels que la taille, la qualité et la complexité des applications logicielles, des modifications impliquées dans les services de maintenance et des environnements du logiciel.

Ces concepts et mesures concernent des aspects techniques et de comportement du logiciel, qui ne sont pas souvent correctement compris à partir des mesures utilisées dans le domaine du *Management Information Systems* (MIS), mais qui fournissent des éléments additionnels pour la compréhension des caractéristiques du produit logiciel et de son environnement. La compréhension des liens entre les aspects techniques et de gestion pourrait être aussi améliorée, et par conséquent, les possibilités d'orienter la gestion de la maintenance des logiciels en fonction des critères relevant de la logique économique.

6.2.- Contexte d'interprétation

Cette recherche exploratoire a été basée sur la revue de la littérature et des observations directes dans un site industriel. Les résultats doivent être interprétés alors dans ce contexte,

comme des résultats préliminaires Le modèle proposé devra être soumis à des expérimentations successives à partir des essais d'implantation pratique dans l'industrie.

Cependant, la robustesse des concepts économiques qui supportent les propositions de cette recherche, découle de son applicabilité démontrée dans le fonctionnement du système d'économie de marché. Celle de son application au cas de l'impartition informatique, dépendrait des conditions concrètes de mise en place. Parmi ces conditions, on trouverait les possibilités de définition des extrants des services et des prix, la vigueur des critères de coût-bénéfice comme orienteurs de la prise des décisions, l'existence d'alternatives multiples concernant les services, les prix, les clients et les fournisseurs.

L'applicabilité de l'utilisation des concepts économiques à la gestion de l'impartition de la maintenance des logiciels a été discutée au cours de ce travail de recherche exploratoire. Les éléments communs de la gestion des contrats d'impartition, avec les ententes de service passées souvent à l'interne des organisations, permettent aussi l'application des concepts économiques dans le cadre de la gestion de ce type d'ententes qui selon Lacity et Hirschheim (1993), préparent souvent le développement de schémas d'impartition.

Avec l'implantation de cette approche, les contrats (ou à l'occasion les ententes de services) pourront être régis par des quantités détaillées de services et leurs prix respectifs accordés en avance, en substitution aux montants fixes difficilement gérables qui caractérisent les contrats (ou ententes) actuels. Les documents contractuels deviendront ainsi plus formels et détaillés. Ils pourront devenir aussi un outil-clé pour la gestion courante.

L'implantation du modèle conceptuel proposé devrait d'ailleurs contribuer à un processus plus global, celui de l'incorporation des concepts économiques couramment utilisés dans la gestion d'autres types de services, dans la gestion des activités logiciels. La connaissance des aspects économiques de la maintenance, sous-jacentes à une telle application, devrait ainsi aider à surmonter certains des obstacles posés au déploiement des évaluations de la rentabilité des TI.

L'implantation du modèle, dans la gestion de l'impartition en maintenance, impliquerait aussi des changements décisifs dans la logique de la gestion de cette activité et du caractère de la gestion des contrats. Au niveau de la maintenance, l'axe technique de la gestion serait remplacé par des aspects économiques, qui dorénavant orienteraient les processus de prise des décisions. Au niveau de la gestion des contrats, la primauté du fournisseur, monopolisant les aspects techniques qui supportent la gestion, serait substituée par une relation plus égalitaire. Cette relation se passerait dans un langage commun au client et au fournisseur, qui est le langage des affaires où prédominent les critères de rentabilité et de coût-bénéfice.

De plus, la prédominance des aspects économiques permettrait que l'information économique sur la maintenance soit transférée vers tous les niveaux des organisations, du client et du fournisseur, au lieu d'être concentrée dans le niveau opérationnel, et notamment celui du fournisseur. Les niveaux du « management », chargés de la gestion tactique et de contrôle, et de la haute direction, chargés de la gestion stratégique, disposeront ainsi de l'information pertinente pour améliorer le processus de prise des décisions.

Il ne faut pas oublier, cependant, que ce modèle ne constitue qu'une proposition qui devra être expérimenté dans la pratique, à partir de plusieurs implantations. À cette étape-ci, il ne s'agit que d'une recherche exploratoire à soumettre à l'expérimentation, et devant être considérée dans un contexte d'amélioration des processus de gestion.

D'ailleurs, le fait que cette recherche soit basée sur la revue de littérature, les opinions des experts et sur des observations dans un seul site industriel, pose des limites importantes à la généralisation des résultats. Une telle généralisation ne pourra se faire qu'à partir de la multiplication des sites d'implantation.

D'autre part, l'implantation pratique du modèle ne pourra se faire que de manière graduelle et progressive sur un horizon temporel de plusieurs années. Cette implantation exige la mise en place de programmes de mesures dans les organisations dont l'implantation demande de

longues périodes, aussi bien pour les étapes de définition des mesures, de calibration, d'ajustements successifs et de déploiement.

6.3.- Extrapolation des résultats

L'applicabilité de l'approche économique serait aussi pertinente dans le cas du développement des logiciels et des opérations informatiques. Des ébauches ont été déjà présentées dans la littérature : Jones (1996) propose ainsi la valorisation des contrats de développement en fonction de la taille fonctionnelle du logiciel à développer, corrigée par des facteurs de qualité et de coûts propres aux spécificités du projet particulier. Cette méthode de valorisation serait supportée par l'hypothèse que le nombre de PF rend compte de ce qui est livré à l'utilisateur dans ces projets.

L'approche économique s'avérerait aussi applicable pour la gestion de la maintenance, le développement et les opérations informatiques à l'interne de l'organisation. Les mécanismes de *chargeback*, souvent utilisées dans la gestion des relations entre l'informatique et les utilisateurs, seraient ainsi susceptibles de profiter des critères employés dans ce type d'approche pour définir les paramètres des transferts des coûts entre les unités organisationnelles. Le même scénario est possible dans le cas de l'existence des « centres de profit », qui auront l'ingrédient additionnel d'une évaluation coût-bénéfice plus approfondie.

L'évaluation des investissements en TI pourrait bien bénéficier des définitions des paramètres économiques, notamment en ce qui concerne l'estimation des extrants et les mécanismes de fixation des prix. Cette connaissance permettrait des améliorations aux processus d'évaluation, dont les analyses de coût-bénéfice se trouvent très souvent limités par les difficultés de quantification des apports économiques de l'implantation des TI et des coûts associés (Willcocks, 1995).

Dans le même sens, l'approfondissement des approches économiques dans la gestion informatique fournirait de nouveaux éléments aidant à l'amélioration de la capacité de démonstration de la valeur des TI. La connaissance quantitative accrue des services informatiques fournira plus de support à cette démonstration, un des aspects critiques de la gestion des TI (Lacity et Hirschheim, 1995 ; Willcocks, 1995) duquel dépend dans une grande mesure sa valorisation auprès la haute direction des organisations.

Le support des décisions, concernant le fait d'impartir ou non les services informatiques, serait aussi bénéficiaire de l'implantation de cette approche économique de gestion. D'une part, cette approche favorise une meilleure connaissance des variables économiques orientant ce type de décisions stratégiques. D'autre part, la généralisation d'une telle approche favorise le développement du marché en multipliant les possibilités de choix. Enfin, le déploiement de l'approche économique rend possible une plus grande consistance entre les critères de gestion et d'évaluation, entre la décision d'impartir et le cadre général des décisions dans l'organisation, où les critères économiques sont prédominants

Les analyses d'alignement entre l'informatique et les affaires des organisations pourront aussi bénéficier d'une gestion plus économique de l'informatique. On trouverait ainsi un point de compréhension solide entre les deux, à partir de la définition des services fournis et de leur valorisation. En connaissant ce qu'il reçoit de l'informatique, l'utilisateur d'affaires sera en mesure d'apprécier la réelle contribution du service aux affaires dont il est responsable et vis-à-vis desquels sa performance est évaluée. En étant informé en détail des prix de ces services, il pourra aussi connaître le coût de la contribution qu'il reçoit. Les décisions sur les ressources informatiques seront ainsi prises à la lumière de la contribution effective qu'elles représentent pour les affaires de l'organisation.

6.4.- Travaux futurs

Le premier suivi à cette recherche exploratoire devra être un essai d'implantation pratique de l'approche et du modèle présenté. Cette implantation comportant la définition des modèles d'estimation de l'effort, d'établissement des autres coûts de maintenance et l'établissement de prix associés aux services rendus, pourrait se faire à partir du développement de plans pilotes de couverture limitée.

Du côté des concepts de gestion, cette recherche exploratoire suscite aussi des réflexions sur les besoins d'approfondir des aspects concernant la clarification de la place intermédiaire du phénomène de l'impartition, située théoriquement entre le marché et la gestion interne, mais parfois à cheval entre une logique économique et des règles de gouvernance plus politiques.

La prise en compte des concepts utilisés dans cette recherche représente un défi important pour la validation dans la pratique de l'approche proposée. Un environnement de contrats d'impartition sélective, comme celui envisagé par Lacity et Hirschheim (1995), fournirait des conditions plus appropriées pour la mise en œuvre des concepts économiques traités. Cette modalité d'impartition, permettrait une plus large application des principes d'individualisation des services, de valorisation en fonction des extrants qui sont livrés, et de facturation sur la base de processus de négociation dont les intérêts des deux participants sont représentés. Ce type de gestion en détail des services s'aligne par ailleurs avec les exigences des marchés d'impartition. L'impartition sélective qui caractérise ces scénarios, demanderait ainsi des relations plus « customisées », des paiements en fonction de ce qui est livré, de la mise en évidence des bénéfices dans les contrats, d'un plus grand nombre de vendeurs et des contrats plus exigeants et détaillés(Lacity et Hirschheim, 1995).

Du point de vue des recherches portant sur la décision d'impartir en informatique, les propositions contenues dans ce travail seraient susceptibles de fournir des éléments autorisant

l'exploration de voies alternatives aux approches existantes. L'approche économique de gestion présentée ici, permettrait ainsi de dépasser certaines interprétations basées sur la théorie des coûts de transaction (Aubert et al. 1992, 1994, 1995; Lacity et Hirshheim, 1993, 1995; Lacity et Willcocks, 1996; Boar, 1994) en intégrant leurs bases conceptuelles dans un contexte plus large, celui de la théorie économique. La gestion des services informatiques obéit dans ce cadre à la même logique des affaires des organisations et les décisions sont prises fondamentalement en suivant les critères de coût-bénéfice inspirés dans cette logique. À partir des analyses économiques de nouveaux défis de recherche seraient posés, non seulement à l'explication de l'impartition, mais à l'utilisation des outils quantitatifs d'analyse de ces décisions et au problème général de l'analyse de la valeur de l'informatique.

En ce qui concerne l'analyse quantitative des services informatiques, l'utilisation de mesures et de concepts développés dans le cadre du génie logiciel, comme dans le cas de cette activité de synthèse, ouvrirait aussi de nouvelles pistes de recherche pour les travaux portant sur des aspects économiques et de gestion des services informatiques. Ces concepts et mesures, portant sur les caractéristiques quantifiables du logiciel et sur son environnement d'application, concernent dans plusieurs cas, des aspects techniques pouvant contribuer à expliquer certaines dimensions économiques et de gestion des services informatiques. Leur utilisation encouragerait aussi les recherches orientées vers l'établissement de liens entre les aspects techniques du logiciel et la gestion informatique.

6.5.- La démarche suivie

La démarche méthodologique suivie dans cette activité de synthèse a été basée sur le cadre de Basili (1986) adapté par Abran et al (1997) pour son utilisation dans des recherches de type exploratoire. Cette adaptation, qui retient le schéma originare du cadre de Basili (1986) constitué par quatre phases (définition, planification, exécution et interprétation), a contribué de manière importante dans la mise en œuvre de ce travail de recherche, en fournissant une

structure logique solide et cohérente qui a permis d'articuler et d'organiser le travail dans ses différentes parties et dans son ensemble.

Au niveau de la définition, l'identification des quatre composants de cette première phase (motivation, objet, propos et utilisateurs) a permis d'établir clairement les trois objectifs de la recherche :

1. La proposition d'un cadre conceptuel de gestion quantitative.
2. La proposition d'un modèle de gestion de la maintenance.
3. L'illustration par des exemples de quelques mesures demandées par l'implantation du modèle.

C'est sur la base de ces objectifs, que les quatre étapes de la recherche ont été planifiées, en faisant correspondre un livrable à chacune de ces étapes, et un ou plusieurs livrables à l'atteinte d'un objectif :

- La première étape de la recherche, génère ainsi le premier livrable portant sur la justification de l'approche économique dans la gestion de la maintenance, qui est orienté vers la satisfaction du premier objectif visé.
- La deuxième étape, aboutit à la formulation de ce modèle qui satisfait le deuxième objectif du travail.
- La troisième et la quatrième, d'analyse des facteurs à mesurer et de formulation d'exemples, produisent les deux derniers livrables qui visent le troisième objectif signalé ci-dessus.

Par ailleurs l'identification des intrants demandés par chacune des étapes fait partie aussi de la phase de planification, ce qui permet d'identifier avec précision les moyens nécessaires à l'exécution des différentes étapes.

Quant à la phase d'exécution, on a considéré dans le cadre de cette recherche :

- La première étape, d'intégration des concepts économiques, qui a porté sur l'argumentation de la convenance de transplanter à la gestion de la maintenance des logiciels des éléments conceptuels développés par les théories des prix et de la production.
- La deuxième étape, de design du modèle, où sur la base de l'analyse des services de maintenance, des décisions impliquées dans sa gestion et des contraintes à l'implantation d'une approche économique, on a proposé un modèle d'établissement de prix supporté par le calcul des coûts à partir de l'utilisation de modèles de productivité.
- La troisième étape, d'analyse des facteurs à mesurer pour le calcul du coût de l'effort, vise l'identification de modèles de productivité par catégorie de maintenance.
- La quatrième étape, de formulation des exemples de mesures, fournit des exemples de mesures candidates à être prises en compte pour les modèles de productivité.
- L'analyse des résultats, où on retient comme idées principales : le déplacement de la problématique de gestion par l'utilisation de l'approche économique, les contraintes imposées à leur implantation par le retard du domaine de la mesure du logiciel, le design d'un modèle de gestion comme solution de compromis basée sur l'utilisation de modèles de productivité du logiciel, et l'utilisation des concepts et des mesures développées en génie logiciel afin d'implanter ce modèle de gestion.

Enfin, la dernière phase de la démarche méthodologique suivie, d'interprétation des résultats, nous a permis de préciser :

- Le contexte d'interprétation, portant principalement sur les limitations contextuelles de cette activité de synthèse.
- Les conditions d'extrapolation des résultats, notamment vers d'autres domaines de la gestion des services informatiques et vers l'analyse de la valeur du service rendu en informatique.
- Les travaux futurs à prévoir, où on a identifié comme étant les principaux, l'implantation du modèle proposé, et l'approfondissement de nouvelles pistes de recherche comme l'utilisation de l'approche économique pour orienter la gestion des logiciels et l'utilisation, dans ce contexte, des mesures développées dans le cadre de génie logiciel.

APPENDICE A

CADRE DE BASILI ADAPTÉ À LA RECHERCHE EXPLORATOIRE PAR ABRAN ET al.

1.- Définition

Motivation	Objet	Propos	Utilisateurs recherche
Amélioration de la compréhension et de la maîtrise de la gestion de la maintenance des logiciels en contexte d'impartition.	Gestion des contrats d'impartition en maintenance des logiciels.	Développer un modèle conceptuel de gestion quantitative des contrats d'impartition en maintenance des logiciels.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestionnaires des TI. • Clients et fournisseurs des services de maintenance. • Consultants et chercheurs dans les domaines de génie logiciel et gestion de l'informatique.

2.- Planification

Étapes du projet	Intrants	Livrables
Intégration à la gestion de la maintenance des concepts économiques.	<ul style="list-style-type: none"> • Revue et synthèse de la littérature théorique. • Revue et synthèse des références sur l'état de la pratique en impartition informatique. • <i>Feed-back</i> de la réalisation d'un mandat industriel d'analyse de contrats d'impartition en maintenance. 	Justification de l'utilisation d'une approche économique de la gestion de la maintenance dans un contexte d'impartition.
Design du modèle économique.	<ul style="list-style-type: none"> • Justification de l'approche économique. • Exigences de l'implantation de l'approche économique. • Outils conceptuels et de mesure disponibles. 	Modèle conceptuel de gestion.
Analyse des facteurs à mesurer	<ul style="list-style-type: none"> • Modèle • Littérature sur la productivité de la maintenance 	Proposition des caractéristiques du logiciel, des services de maintenance et de

		l'environnement à mesurer
Formulation des exemples.	<ul style="list-style-type: none"> • Caractéristiques à mesurer • Littérature sur la mesure 	Exemples de mesures.

3.- Exécution

Étape 1 : Intégration des concepts économiques	Étape 2 : Design du Modèle	Étape 3 : Analyse des facteurs à mesurer	Étape 4 : Exemples de mesure	Analyse
Argumentation de la convenance de transplanter à la gestion de la maintenance, des éléments conceptuels des théories des prix (offre, demande, quantités et prix) et de la production (productivité)	<ul style="list-style-type: none"> • Les services de maintenance • Les décisions • Les contraintes • Le calcul de l'effort • Les autres coûts • Établissement des prix par négociation • Inclusion en contrats • Gestion différenciée des services • Gestion des prix • Gestion de productivité. 	<ul style="list-style-type: none"> • Facteurs affectant productivité du logiciel • Analyse des catégories de maintenance • Modèles d'estimation de l'effort • Modèles de qualité • Modèle de productivité de Sink 	Identification de mesures candidates à partir de l'analyse de littérature sur la mesure en génie logiciel.	<ul style="list-style-type: none"> • Déplacement de la problématique de la gestion du technique vers l'économique • Spécificité logiciel et retard dans la mesure empêchent approche économique comme dans d'autres domaines • Modèle solution de compromis • Prix par négociation basée sur les coûts • Calcul des coûts basé sur concepts et mesures de génie logiciel

4.- Interprétation

Contexte d'interprétation	Extrapolation des résultats	Travaux futurs
<ul style="list-style-type: none"> • Le modèle à développer est conceptuel. Il ne comprend donc aucun test d'implantation. • L'utilisation de l'approche économique et le modèle proposé se basent sur la revue de littérature et un mandat en industrie • À cette étape de la recherche, le modèle doit être considéré comme une possibilité d'amélioration de l'efficacité de la gestion de l'impartition de la maintenance des logiciels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vers d'autres domaines de la gestion des services informatiques, en contexte d'impartition ou non. • L'analyse de la valeur en informatique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Développements de plans pilotes d'implantation. • Validation pratique du modèle à partir de son implantation dans plusieurs organisations et contrats d'impartition dans l'industrie. • Clarification de la place économique « intermédiaire » de l'impartition, entre le marché et la gestion à interne. • Contribution à la clarification d'une perspective économique du concept stratégique des TI. • Approfondissement de nouvelles pistes de recherche: utilisation de l'approche économique pour orienter gestion des logiciels et utilisation de mesures de génie logiciel en gestion courante.

APPENDICE B

RÉSUMÉ CRITIQUE DU MODÈLE SOFTCALC D'ESTIMATION DE L'EFFORT

Sneed (1995) propose un modèle d'estimation adapté au cas de la maintenance des logiciels. Le propos de son article "*Estimating the Costs of the Software Maintenance*" est celui d'élargir l'utilisation des méthodes courantes d'estimation au cas de la maintenance des logiciels. Ceci par l'entremise des analyses d'impact de taille, évaluation de qualité et ajustements de productivité.

En partant d'un inventaire des travaux existants sur la mesure et sur l'estimation de l'effort, cet auteur présente à partir d'une brève analyse de la littérature, un exposé ordonné des facteurs influençant l'effort, groupés par catégories.

Démarche

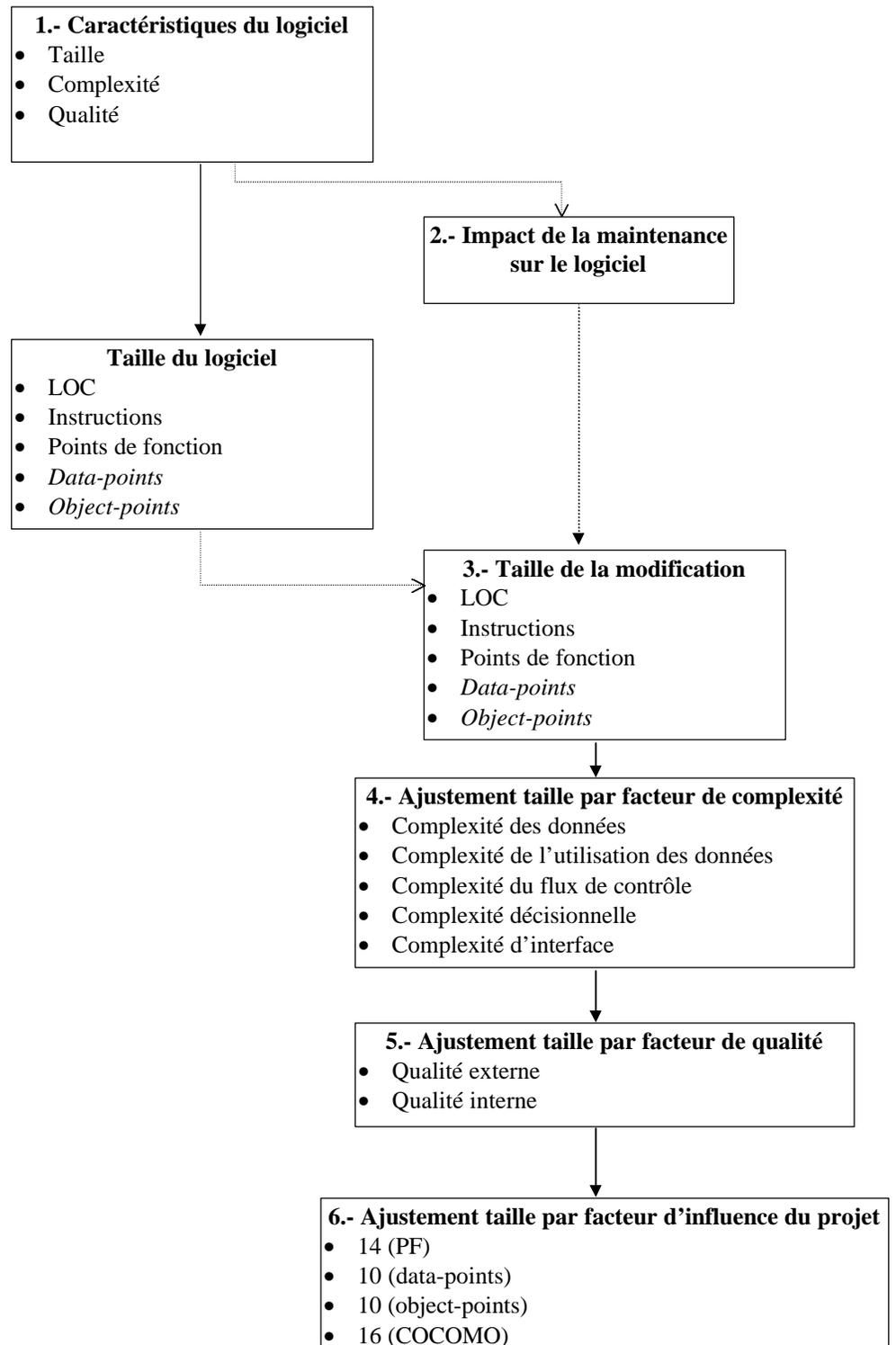
Le modèle proposé comporte une démarche de sept étapes :

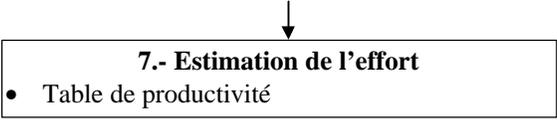
1. Détermination des caractéristiques du logiciel en maintenance, en termes de taille, complexité et qualité.
2. La définition de la catégorie de la maintenance qui affecte le logiciel.
3. La taille de l'impact de la modification apportée au logiciel.
4. L'ajustement de la mesure de la taille par un facteur de complexité.
5. L'ajustement des de la mesure de la taille par des facteurs de qualité externe et interne.
6. L'ajustement de la mesure de la taille par un facteur d'influence de la productivité qui dépend de la méthode d'estimation utilisée.
7. La transposition de la taille en effort de maintenance par l'entremise d'une table de productivité.

La méthode de calcul serait résumée à partir de l'équation suivante :

Taille Ajustée = Taille non ajustée * Facteur de complexité * facteur de qualité * Facteur d'influence

Les étapes du modèle et la démarche logique suivie sont présentées graphiquement dans la figure suivante :





7.- Estimation de l'effort

- Table de productivité

Point forts

- L'expression du modèle en termes d'équations clairement définies permet de bien visualiser son contenu au long des étapes.
- Du point de vue de la technologie, le modèle serait applicable à plusieurs scénarios. La mesure de la taille considère ainsi les possibilités d'utilisation de la méthode pour des applications MIS, Orientées-Objet et Bases de Données. Comme mesure de taille on considère aussi les Lignes de Code, qui seraient plus adaptées à certaines catégories de maintenance.
- L'article présente des échelles à considérer pour les facteurs de complexité et de qualité, ainsi que certains exemples de calcul et de valeurs probables de la mesure de ces facteurs.

Points faibles

- La principale limitation du modèle est cependant son manque de validation empirique.
- Dans le modèle la distinction entre les diverses catégories de maintenance, qui obéissent à des problèmes de nature différente, n'est pas établie. On n'est pas capable non plus, d'identifier quelle mesure de taille, qualité ou complexité est pertinente dans chaque cas de maintenance.
- Quant à la procédure de calcul, les facteurs d'un même domaine, auraient apparemment le même poids spécifique (les poids devraient varier en fonction de la situation concrète et du type de maintenance).
- Par ailleurs, dans l'explication du modèle et dans le cas d'étude on utilise des hypothèses difficilement constatables, comme les équivalences entre langages, les valeurs de la table de productivité employée et entre maintenance et développement.

BIBLIOGRAPHIE

- Abran, A. 1994. *Analyse du processus de mesure des points de fonction*
Thèse de doctorat. École Polytechnique, Université de Montréal.
- Abran, A. et Nguyenkim, H. 1993. *Measurement of the Maintenance Process from a Demand-based Perspective*.
Software Maintenance : Research and Practice, Vol. 5, pp 63-69.
- Abran, A. et Maya, M. 1995. *A Sizing Measure for Adaptive Maintenance Work Products*,
Proceedings of the International Conference on Software Maintenance, Nice, France, oct 1995.
- Abran, A. et Nguyenkim, H. 1991. *Analysis of Maintenance Work Categories through Measurement*,
Proceedings of the IEEE International Conference of Software Maintenance, Oct. 1991.
- Abran, A. et al. 1997. *A Risk Assessment Method and grid for Software Measurement Programs*.
Submitted to Communication of the ACM. January 1997.
- ANSI / IEEE. 1983. *Standard 729-1983*,
IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.
- ANSI / IEEE. 1983. *Standard 1074-1991*, IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes.
- ANSI / IEEE. 1983. *Standard 1074-1991*, IEEE Standard for Software Maintenance.
- Arthur, L. J. 1988. *Software Evolution - The Software Maintenance Challenge*,
John Wiley & Sons.
- Aubert, B. A., Rivard, S., et Patry, M. 1995a. *Development of Measures to Assess Dimensions of IS Operation Transactions*. CIRANO, Série Scientifique, No. 95s-15.
- Aubert, B. A., Rivard, S., et Patry, M. 1995b. *The Structure of Incentives in a Major Information Systems Outsourcing Contract : The Case of a North American Public Organisation*. CIRANO, Série Scientifique, No. 95s-14.
- Aubert, B.A. 1994. *Outsourcing of Information Services : A Transaction Cost Analysis*
Ph.D. in Business Administration Thesis. H.E.C., University of Montreal.

- Aubert, B. A., Rivard, S., et Patry, M. 1994. *L'impartition des activités informatiques au Canada: Portrait de 640 grandes entreprises*. Cahier GReSI No. 94-07.
- Aubert, B. A. 1992. *Analyse transactionnelle du phénomène de l'impartition*. Cahier GReSI No. 92-03, Mai 1992.
- Banker, R.D., Datar, S.M. et Kemerer, C.F. 1987. *Factors Affecting Software Maintenance Productivity: An Exploratory Study*. Proceedings of the 8th International Conference on Information Systems, Pittsburg, P.A., December, pp.160-175.
- Barreyre, P.Y. 1988. *The Concept of " Impartition " Policies : A Different Approach to vertical Integration Strategies*. Strategic Management Journal, Vol.9,507-520.
- Barreyre, P.Y. 1985. *A New Approach to Make or Buy Problems: The impartition Concept and its Application*. Communication présentée au second séminaire mondial de l'International Federation of Purchasing and Materials Management (I.F.P.M.M.). Papier de recherche 85-19.
- Basili, V.R. et Rombach, H.D. 1988. *The TAME Project : Towards improvement-oriented software environments*. IEEE transactions on Software Engineering, 14 (6), 1988, pp. 758 - 773.
- Basili, V.R. et al. 1986. *Experimentation in Software Engineering*. IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. SE-12, No.7, July 1986.
- Baumol, W.J., Blinder, A.S. et Scarth, W.M. 1986. *L'Économie. Principes et politiques. Micro-Économie*. Éditions Études Vivantes.
- Boar, B.M. 1994. *Practical Steps for Aligning Information Technology with Business Strategies: How to Achieve a Competitive Advantage*. John Wiley & Sons.
- Bourque, P. et Côté, V. 1991. *An Experiment in Software Sizing with Structured Analysis Metrics*. J. Systems Software, 1991 ; 15 : 159-172.
- Bohem, B.W. 1981. *Software Engineering Economics*. Prentice-Hall, 1981.
- Bureau de Transfert d'expertise (BTE). 1992. *Maîtrise et gestion de la maintenance*, BTE, Paris 1992.
- Déry, D. et Abran, A. 1995. *Adapting the SIMAP Productivity Model to Software Maintenance*, Proceedings of the IEEE Conference on Software Maintenance, 5 : 56-59, 1995.

- Déry, D. et Abran, A. 1995. *Maintenance Categories and Benchmarking (semi-final report)* Bell-UQAM research project, Report 3, version 2.0.
- Desharnais, J.M. et Abran, A. 1995. *How to Successfully Implement a Measurement Program: From Theory to Practice*, in Metrics in Software Evolution, GMD Report No.254 (Sankt Augustin, Germany), Roldembourg Verlag, Mulchen/Wein, pp.11-26.
- Engelke, W.D. 1996. *Outsourcing Perspectives - Part 1*. The virtual Times.
- Fenton, N.E. 1991. *Software Metrics, a Rigorous Approach* Chapman & Hall, London.
- Godard, M. et Prévost, M. 1986. *Productivity Measurement and Analysis*, First International Industrial Engineering Conference, École Centrale des Arts et Manufactures, June 11-13, 1988.
- Godin, S. 1996. *Impartition de services et sous-traitance*. Le groupe CGI, version mai 1996.
- Grady, R.B. & Caswell, D.L. 1987. *Software Metrics : Establishing a Company-Wide Program*. Prentice-Hall, Inc, New Jersey.
- Grobjohann, R. 1995. *Function Point Analysis : The Volkswagen Story*. Volkswagen AG.
- Hafemann, A. 1992. *FPV : Function Point Verfahren*. Leitfaden der Volkswagen AG.
- IFPUG. 1994. *Guide de comptage des Points de Fonction*. IFPUG Version 4.0.
- ISO. 1996. *Software maintenance Standard Project 07.37, Working Draft 1-2*. ISO, 56/WG 10.
- ISO/IEC 9126. 1996. *Information Technology – Software quality characteristics and sub-characteristics*. ISO/IEC JTC1/SC7/WG6
- Jain, Raj. 1991. *The Art of Computer Systems Performance Analysis*, John Wiley & Sons.
- Jones, W. 1997. *Outsourcing basics* Information Systems Management, Winter 1997, p.. 66-69.
- Jones, C. 1996. *Conflict and Litigation Between Clients and Developers*, Software Productivity Research Inc.

- Jones, C. 1986. *Programing Productivity*, McGraw Hill.
- Jorgensen, M. 1995. *An Empirical Study of Software Maintenance Tasks* Software Maintenance : Research and Practice, Vol. 7, pp. 27 - 48.
- Kan, S.H. 1995. *Metrics and Models in Software Engineering*. Addison – Wesley.
- Lacity M. C. 1997. *Information Technology Sourcing : Best Practices, Worst Practices, Emerging Practices*. IFPUG Spring Conference, Cincinnati, Ohio, April 1997.
- Lacity M. C. et al. 1996. *The Value of Selective Outsourcing* Sloan Management Review, Vol. 37, Spring 1996, pp. 13 -25.
- Lacity M. C. et Willcocks, L. 1996. *Interpreting Information Technology Sourcing Decisions from a transaction Cost Perspective : Findings and Critique* Accounting Management and Information Technologies, Vol.5, 203-244.
- Lacity M. C. et Hirschheim, R. 1995. *Beyond the Information Systems Bandwagon : The Insourcing Reponse*. Wiley, Chichester.
- Lacity M.C. et Hirschheim, R. 1993. *Information Systems Outsourcing : Myths, Methaphors and Realities*. Wiley, Chichester.
- Leftwich, R.H. et Eckert, R.D. 1982. *The Price System and Resource Allocation* The Dryden Press.
- Martin, J. and Mc Clure, G. 1983. *Software Maintenance : The Problem and its Solutions*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Maya, M. 1995. *La technique étendue des points de fonction dans la construction des modèles de productivité en maintenance adaptative*, Activité de Synthèse M.Sc. UQAM.
- Minoli, D. 1995. *Analyzing Outsourcing : Reengineering Information and Communication Systems*, McGraw-Hill Inc.
- Niosi, J. 1995. *Vers l'innovation flexible : Les alliances technologiques dans l'industrie canadienne*. Les presses de l'Université de Montréal.
- Outsourcing Institute (The). 1996. *The Top Ten Reasons Companies Outsource* The Outsourcing Institute, N.Y.

- Pfeffer, J. 1981. Voir Lacity et Hirschheim (1994)
- Porter, M.E. et Millar, V.E. 1986. *How Information Gives you Competitive Advantage* Harvard Business Review. Vol. 63 (4), July - August 1986, pp. 149 - 160.
- Rubin, H. A. 1997. *Using Metrics for Outsourcing Oversight* Information System Management, Spring 1997, p.. 7 - 14.
- Samuelson, P. et al. 1988. *Economics*. Sixth Canadian Edition. Mc Graw Hill.
- Sharpe, S. ; Haworth, D. A., et Hale, D. 1991. *Characteristics of Empirical Software Maintenance Studies : 1980 - 1989*. Journal of Software Maintenance Research and Practice, Vol.3, pp1-5.
- Shepperd, M. et Ince, D. 1993. *Derivation and Validation of Software Metrics*. Clarendon Press - Oxford.
- Sink, D. S. 1985. *Productivity Managment : Planning, Measurement and Evaluation ; Control and Improvement*. John Wiley & Sons.
- Sneed, H.M. 1995. *Estimating the Costs of Software Maintenance Tasks*. Proceedings of the International Conference on Software Maintenance, Nice, France, oct 1995.
- Stigler, G.J. 1983. *La théorie des prix*. Nouveau tirage de la traduction française. DUNOD.
- Swanson, E.B. and Beath, C.M. 1989. *Maintaining IS in Organizations*. J. Wiley, Toronto.
- Willcocks, L. et al. 1996. *To Outsource IT : Recent Research on Economics and Evaluation Practices*. European Journal of Information Systems. Vol. 5, pp. 203 - 244.
- Willcocks, L. 1995. *Information Management : The evaluation of information systems investments*. Chapman & Hall, London.
- Williamson, O.E. 1985. Voir Aubert et al. (1995, 1994, 1992) et Lacity et al. (1996, 1994)
- Zitouni, M. 1996. *Élaboration d'un outil d'évaluation et d'amélioration du processus de maintenance des logiciels : une étude exploratoire*, Activité de Synthèse pour l'obtention du M.Sc.UQAM.