

2m11.3201.9

HEC MONTRÉAL
AFFILIÉE À L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

« Comment établir un modèle d'estimation
des coûts propre aux implantations d'ERP? »

Par :
Ronan Vandeputte

Sciences de la gestion

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maître ès sciences
(M.Sc.)

M2004
No 136

Novembre 2004
Copyright © Ronan Vandeputte, 2004.



**AVIS DE CONFORMITÉ À LA POLITIQUE EN MATIÈRE D'ÉTHIQUE
DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS DE L'ÉCOLE HEC MONTRÉAL**

La présente atteste que le projet de recherche décrit ci-dessous a fait l'objet d'une évaluation en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains et qu'il satisfait les exigences de notre politique en cette matière :

Titre du projet de recherche :

Comment établir un modèle d'estimation des coûts propres aux implantations ERP.

Chercheur principal :

Ronan Vandeputte, étudiant, M.Sc., option technologies de l'information, sous la direction de Benoît Aubert.

Date de la déclaration du projet au Comité d'éthique de la recherche :

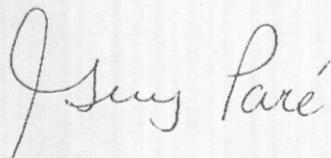
Le 4 février 2004

Date d'approbation du projet :

Le 5 février 2004

Date de l'émission de l'avis :

Le 5 février 2004



Guy Paré, président,
Comité d'éthique de la recherche,
HEC MONTRÉAL

SOMMAIRE

Avec un coût moyen d'implantation de 20M\$, les systèmes ERP ou progiciels de gestion intégrée sont en plein essor depuis les années 90. Pour les entreprises qui ont adopté un tel système, cela représente souvent non seulement le plus gros investissement technologique mais parfois même le plus gros projet de toute son histoire. Cependant, force est de constater que les délais et les budgets ne sont pas toujours respectés. À ce jour, les spécialistes estiment que 40% des entreprises qui s'engagent dans de tels projets dépassent leurs budgets initiaux d'au moins 50%. Ce fléau peut avoir des conséquences graves sur ces entreprises allant du simple abandon de projet au dépôt de bilan. Afin d'y remédier, il faut prendre conscience que le processus d'implantation d'un ERP diffère grandement du développement d'un système traditionnel, principalement à cause des phases de réingénierie et de configuration. D'ailleurs, il a été établi que certaines méthodes traditionnelles d'estimation n'étaient pas fiables pour de tels projets.

Par conséquent, la question de recherche est la suivante : « Comment établir un modèle d'estimation des coûts propre aux implantations ERP ? » Afin de répondre à cette question, trois objectifs ont été fixés :

1. Établir une structure des coûts propre aux implantations ERP.
2. Identifier la méthode d'estimation la plus adaptée pour chacune des catégories de coûts.
3. Identifier quels sont les facteurs de coûts utilisés comme des paramètres dans les méthodes d'estimation retenues.

La démarche du chercheur a consisté à bâtir une structure de coûts hypothétique, dans laquelle chaque catégorie de coûts était associée à une méthode d'estimation jugée optimale. Puis, l'auteur a entrepris une validation des deux premiers objectifs auprès d'experts tandis qu'il a mené une étude exploratoire auprès de ces mêmes experts pour atteindre le troisième et dernier objectif.

La revue de littérature a consisté en une analyse des méthodes d'estimation traditionnelles puis une comparaison entre les facteurs de coûts traditionnels et ceux propres aux ERP. Finalement, ces derniers ont été regroupés en catégories de coûts qui elles même ont été associées à la méthode d'estimation la plus appropriée.

Il ressort qu'il existe deux grandes catégories de méthodes d'estimation : les méthodes paramétriques et les méthodes non paramétriques. Les premières sont faciles d'utilisation car elles accordent une grande importance relative à l'expérience des experts mais elles ont l'inconvénient d'être généralement peu performantes. Les secondes sont plus précises mais plus complexes à implanter étant donné la nécessité de les calibrer au préalable avec plusieurs paramètres à définir.

D'un côté, les facteurs liés au développement de systèmes traditionnels ont pu être regroupés en quatre grandes catégories extraites de la méthode d'estimation COCOMO (Boehm, 1981; Boehm, 1996) : les facteurs liés au produit, à la technologie, au personnel et à la gestion de projet. D'un autre côté, les facteurs liés à l'implantation de systèmes ERP ont été identifiés et validés par cette typologie et celle des facteurs de risques ERP (Bernard, 2002) avant d'être regroupées en quatre catégories de coûts : Réingénierie des processus, Personnel, Réalisation et Gestion de projet. Finalement, chaque catégorie de coûts a été associée de façon hypothétique à une méthode d'estimation la plus appropriée.

La méthodologie utilisée pour cette recherche qualitative a consisté en des entrevues semi structurées auprès d'une dizaine d'experts. Ces derniers ont été sélectionnés pour leur expérience en matière d'estimation de coûts lors d'implantations de systèmes ERP.

Pour valider le premier objectif, il leur a été demandé de décrire de façon générale leur démarche d'estimation, puis de bâtir une structure de coûts à partir de catégories et de sous catégories suggérées par le chercheur et finalement de donner leur avis sur la structure issue de la revue de littérature. Ils étaient libres d'ajouter ou supprimer n'importe quel élément dans cette structure.

Pour valider le deuxième objectif, il leur a été tout simplement demandé d'expliquer leur démarche d'estimation pour chacune des catégories validées ainsi que leur degré de confiance vis-à-vis de leur estimé.

Finalement, l'identification des facteurs de coûts a été réalisée au travers d'un questionnaire contenant tous les facteurs de coûts recensés dans la littérature. Pour chacun d'entre eux, les experts devaient qualifier l'importance relative du facteur comme « Non pertinent », de « faible Importance », « Important » ou « Déterminant ».

Les résultats de la collecte de données confirment la grande expérience des experts rencontrés (neuf projets en moyenne par expert) même si la moyenne de la taille des projets semble modeste (inférieure à 20M\$). Une fiche synthèse d'entretien a été élaborée pour chacun des participants. Concernant la structure de coût, les quatre catégories ont été validées mais l'ajout d'une catégorie « Infrastructure technologique » a été suggéré. De même plusieurs sous catégories ont été supprimées ou ajoutées lors de ce processus. Concernant les méthodes d'estimation, des tableaux présentent les méthodes retenues pour chaque expert et pour chaque catégorie. Finalement les facteurs de coûts ont été classés par ordre d'importance allant de zéro à trois dans un autre tableau synthèse.

Après une analyse des résultats, une nouvelle structure de coûts est présentée. Elle contient désormais cinq catégories de coûts (au lieu de quatre) et dix-neuf sous catégories de coûts (au lieu de quatorze). Des changements ont été apportés aux méthodes d'estimation les plus appropriés pour chacune des catégories. D'une manière générale, les méthodes retenues tendent davantage vers le « jugement Expert » et « l'estimation par analogie » au dépend des techniques issues des modèles paramétriques comme la méthode par « point de fonction ». Finalement une liste de facteurs est présentée pour chacune des sous catégories de coûts afin de servir de paramètre dans les méthodes d'estimation retenues.

Les implications et les limites de ces résultats sont exposées dans le chapitre de conclusion.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1 – INTRODUCTION.....	1
1.1. LES DÉPASSEMENTS DE BUDGET ET LEURS CONSÉQUENCES	1
1.2. PORTION SIGNIFICATIVE DES ERP EN TERMES D'INVESTISSEMENTS EN TI	4
1.3. ERP VERSUS SYSTÈMES TRADITIONNELS	6
 CHAPITRE 2 - REVUE DE LITTÉRATURE.....	 10
2.1. LES MÉTHODES D'ESTIMATION DE L'EFFORT POUR LE DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES TRADITIONNELS	13
2.1.1. Les méthodes non paramétriques.....	13
2.1.1.1. Estimation par analogie.....	14
2.1.1.2. Le jugement expert.....	14
2.1.1.3. Parkinson.....	15
2.1.1.4. Price-to-Win.....	15
2.1.1.5. Bottom-Up	16
2.1.1.6. Top-Down	16
2.1.1.7. Comparaison des modèles non paramétriques.....	16
2.1.2. Les méthodes paramétriques	18
2.1.2.1. Les modèles linéaires	18
2.1.2.2. Les modèles multiplicatifs	19
2.1.2.3. Les modèles combinés (COCOMO et Putnam SLIM).....	19
2.1.2.4. Les modèles régressifs	23
2.1.2.5. Les modèles discrets.....	24
2.1.2.6. Les autres modèles	24
2.1.2.7. Comparaison des modèles paramétriques	24
2.1.3. Conclusion	26
2.2. LES FACTEURS UTILISÉS DANS LES MÉTHODES D'ESTIMATION DE L'EFFORT POUR LE DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES TRADITIONNELS.....	27
2.2.1. Les facteurs des modèles non paramétriques.....	28
2.2.2. Les facteurs des modèles paramétriques.....	29
2.2.3. Les méthodes d'estimation de la taille d'un projet	31
2.2.3.1. Line of code (LOC).....	31
2.2.3.2. Software Science	31
2.2.3.3. Function points.....	32
2.2.3.4. Extension de Function Point: Feature point	34
2.2.3.5. Object Points	34
2.2.3.6. Comparaison des différentes méthodes d'estimation de la taille d'un logiciel	34
2.2.4. Conclusion	36

2.3. LES FACTEURS UTILISÉS DANS L'ESTIMATION DE L'EFFORT POUR L'IMPLANTATION DE SYSTÈMES ERP	39
2.3.1. Les facteurs recensés dans la littérature	39
2.3.1.1. Facteurs liés au produit	40
2.3.1.2. Facteurs liés à la technologie.....	42
2.3.1.3. Facteurs liés au personnel	43
2.3.1.4. Facteurs liés au projet.....	45
2.3.2. Validation des facteurs de coûts recensés à l'aide des facteurs de risques en implantation de progiciels de gestion intégrée	51
2.3.3. Conclusion	57
2.4. LES CATÉGORIES DE COÛTS	58
2.4.1. Légitimité de l'étude de Zrimsek et al. (2001).....	58
2.4.2. Regroupement des facteurs de coûts en catégories de coûts	60
2.5. ATTRIBUTION DE LA MÉTHODE D'ESTIMATION LA PLUS ADAPTÉE À CHACUNE DES CATÉGORIES DE COÛTS.	68
2.6. CONCLUSION DU CHAPITRE	71
CHAPITRE 3 - MÉTHODOLOGIE.....	72
3.1. RAPPEL DES OBJECTIFS DE LA RECHERCHE	72
3.2. LA STRATEGIE DE COLLECTE	74
3.2.1. <i>Apprentissages tirés des études qualitatives et exploratoires.....</i>	<i>74</i>
3.2.2. <i>Sélection des experts.....</i>	<i>77</i>
3.2.3. <i>Précautions</i>	<i>78</i>
3.3. DÉROULEMENT DES ENTREVUES.....	79
3.3.1. <i>Concepts utilisés pendant les entrevues</i>	<i>79</i>
3.3.2. <i>Mode opératoire des entrevues</i>	<i>80</i>
3.4. CONCLUSION DU CHAPITRE	83
CHAPITRE 4 – PRESENTATION DES RESULTATS.....	84
4.1. PROFILS DES EXPERTS ET DES PROJETS	84
4.2. STRUCTURE DE COÛTS ET MÉTHODES D'ESTIMATION.....	86
4.2.1. <i>Fiches de synthèse d'entrevue.....</i>	<i>86</i>
4.2.2. <i>Les inconvénients de la structure de coûts issue de la revue de littérature.....</i>	<i>92</i>
4.2.2.1. La structure.....	92
4.2.2.2. Les catégories de coûts.....	93
4.2.2.3. La nature et la précision des éléments.....	94
4.2.3. <i>Les améliorations à apporter.....</i>	<i>96</i>
4.2.3.1. Les ajouts et suppressions	96
4.2.3.2. Les suggestions par catégorie de coûts.....	97
4.3. FACTEURS DE COÛTS.....	99

4.4. CONCLUSION DU CHAPITRE	103
CHAPITRE 5 – ANALYSE DES DONNÉES	104
5.1. PROCESSUS D'ESTIMATION : UNE APPROCHE GLOBALE.....	105
5.1.1. Intégrateur versus client : deux visions différentes du même projet.....	105
5.1.2. La démarche d'estimation	106
5.1.3. L'importance du « scope ».....	106
5.1.4. La contingence.....	107
5.2. STRUCTURE DES COÛTS : UNE VISION OPTIMALE	110
5.3. MÉTHODES D'ESTIMATION : UNE APPROCHE PAR CATÉGORIE DE COÛTS	113
5.3.1. La catégorie « Réingénierie des processus ».....	114
5.3.2. La catégorie « Ressources humaines »	115
5.3.3. La catégorie « Réalisation »	117
5.3.4. La catégorie « Gestion de projet ».....	119
5.3.5. La catégorie « Infrastructure technologique »	121
5.3.6. Tableau synthèse des méthodes d'estimation.....	123
5.4. FACTEURS DE COÛTS : UNE SYNTHÈSE	125
5.4.1. Les facteurs à conserver parmi ceux de la liste initiale.....	126
5.4.2. Les nouveaux facteurs des nouvelles sous-catégories	131
5.4.3. Un tableau synthèse.....	132
5.5. CONCLUSION DU CHAPITRE	134
CHAPITRE 6 – CONCLUSION	135
6.1. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS	135
6.2. IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE ET LA RECHERCHE	138
6.3. LIMITES DE L'ÉTUDE	140
6.4. AVENUES DE RECHERCHE	141
BIBLIOGRAPHIE.....	143
ANNEXES	151

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Extraits des échecs d'implantation.....	3
Tableau 2. Développement de systèmes d'information sur mesure et implantation de progiciels intégrés (Rivard & Talbot, 2001) (p.49).....	8
Tableau 3. Démarche de la revue de littérature.....	12
Tableau 4. Techniques de groupe de la méthode par jugement expert (Trottier, 2000).	15
Tableau 5. Forces et faiblesses des modèles non paramétriques d'estimation de l'effort (Leung et al., 2000)	17
Tableau 6. Valeur des facteurs de coûts, traduit de (Leung et al., 2000).....	21
Tableau 7. Classification des modèles paramétriques (Leung et al., 2000).	24
Tableau 8. Résumé des forces et faiblesses des différents modèles paramétriques (Leung et al., 2000; Trottier, 2000).	25
Tableau 9. Les variables utilisées comme input dans les méthodes traditionnelles d'estimation de l'effort.	28
Tableau 10. Répartition des facteurs de coûts selon quatre catégories (traduit de COCOMO II).	30
Tableau 11. Critères pour évaluer la taille d'un projet par la méthode Point de Fonction (Albrecht, 1979).	33
Tableau 12. Récapitulatif des méthodes d'estimation de la taille d'un logiciel (Leung et al., 2000; Trottier, 2000).....	35
Tableau 13. Les facteurs utilisés comme paramètres d'entrée dans les modèles d'estimation de l'effort pour le développement de systèmes d'information traditionnels.	36
Tableau 14. Les facteurs utilisés comme paramètres d'entrée dans les estimations de coûts d'implantation de systèmes ERP	47
Tableau 15. Récapitulatif des facteurs de risque, des conséquences indésirables et des liens de l'instrument de mesure final (Bernard, 2002).....	51
Tableau 16. Dépassement de budget – Compilation des liens identifiés par les gestionnaires de projets (Bernard, 2002).	52
Tableau 17. Variables des facteurs de risque inclus dans l'instrument de mesure final (Bernard, 2002) (p.171).	54
Tableau 18. Adéquation entre les facteurs de coûts et les facteurs de risque (Bernard, 2002).....	55
Tableau 19. Catégories de coûts reliés à l'implantation de systèmes ERP (Zrimsek et al., 2001).	58

<u>Tableau 20. Justification des catégories de coûts (Leslie King et Schrems, 1978; Zrimsek et al., 2001)</u>	59
<u>Tableau 21. Synthèse des catégories de coûts (ERP)</u>	61
<u>Tableau 22. Attribution d'une méthode d'estimation optimale à chacune des catégories de coûts.</u>	70
<u>Tableau 23. Profil des participants et des projets</u>	84
<u>Tableau 24. Modèle de fiche individuelle faisant la synthèse des entretiens</u>	87
<u>Tableau 25. Approches d'estimation mentionnées par les experts</u>	88
<u>Tableau 26. Suggestions des experts relatives aux sous catégories dans la structure de coûts</u>	89
<u>Tableau 27. Suggestions des experts relatives aux sous catégories dans la structure de coûts</u>	90
<u>Tableau 28. Répartition des estimés des marges d'erreurs par catégorie de coût</u>	91
<u>Tableau 29. Suggestions de catégories à créer</u>	96
<u>Tableau 30. Suggestions de catégorie à supprimer</u>	96
<u>Tableau 31. Suggestions de sous catégories à créer</u>	97
<u>Tableau 32. Suggestions de sous catégories à supprimer</u>	97
<u>Tableau 33. Evaluation des facteurs de coûts</u>	100
<u>Tableau 34. Structure des coûts finale</u>	110
<u>Tableau 35. Ancienne synthèse des méthodes d'estimation associées aux catégories</u>	113
<u>Tableau 36. Nouvelle synthèse des méthodes d'estimation associées aux catégories (opinion des experts interviewés)</u>	123
<u>Tableau 37. Migration des facteurs vers des nouvelles sous catégories de coûts</u>	126
<u>Tableau 38. Critères de sélection des facteurs appliqués aux résultats de l'annexe 7</u>	128
<u>Tableau 39. Tri des facteurs soumis à la discussion</u>	130
<u>Tableau 40. Facteurs hypothétiques pour les nouvelles sous catégories</u>	131
<u>Tableau 41. Synthèse finale des facteurs de coûts associés aux dix-neuf sous catégories de la structure finale</u>	132
<u>Tableau 42. Structure des coûts finale</u>	136

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Feuillet d'informations générales sur la recherche.	152
Annexe 2. Formulaire de confidentialité de la part des chercheurs.	154
Annexe 3. Formulaire de consentement de la part du candidat.	156
Annexe 4. Présentation des trois concepts clés durant l'entrevue.	159
Annexe 5. Guide d'entretiens contenant les sept questions.	161
Annexe 6. Fiches individuelles d'entretien avec les experts.	169
Annexe 7. Synthèse des facteurs de coûts.	207

REMERCIEMENTS

Ce mémoire, qui clôt plusieurs années d'études, est aussi pour moi l'occasion de remercier de nombreuses personnes qui ont contribué à ma réussite tout au long de mon cheminement.

En premier lieu, j'aimerais remercier mon directeur, Benoit Aubert, pour ses précieuses recommandations et le degré d'autonomie qu'il m'a offert. J'ai également apprécié la confiance qu'il m'a témoignée à plusieurs reprises durant les deux dernières années dans mes fonctions au département des Technologies de l'information à HEC Montréal.

Je remercie les professeurs qui ont bien voulu lire ce mémoire en tant que membres du jury : Henri Barki, Pierre-Majorique Léger et Benoit A. Aubert.

Simultanément, j'ai une pensée pour l'ensemble de mes professeurs qui m'ont transmis leur passion pour ce domaine et les méthodes de travail qui s'y rattachent. Grâce à eux, mes cours de Maîtrise resteront un excellent souvenir.

Merci à mes amis d'école, je n'oublierai ni les longues journées de travaux d'équipe ni les bonnes soirées qui suivaient. Je tiens également à remercier des proches plus intimes qui ont été présents à différents stades de ma vie et qui ont tous contribué significativement à mon bonheur. Un merci tout spécial est adressé à Jean Luc pour les années de complicité et tout le support que l'on peut attendre d'un ami.

Finalement, mes remerciements les plus chaleureux sont destinés à ma famille sans qui aucune réalisation n'aurait pu être possible. Merci à mes deux sœurs Laura et Barbara pour leurs visites au Canada. Merci à mes parents Bernard et Sophie pour m'avoir inculqué la persévérance et le goût des études. Je vous suis reconnaissant pour les chances que vous m'avez offertes. Je ne serais jamais arrivé là sans vous. MERCI !

**« Renoncez à l'étude et vous n'aurez
aucun souci »**

Lao-Tseu

Chapitre 1 – Introduction

Les parties suivantes montrent que les implantations ERP sont problématiques au niveau du respect du budget et qu'elles représentent une portion significative des dépenses en technologie de l'information. D'autre part, il sera montré en quoi les implantations des systèmes ERP diffèrent des développements de systèmes traditionnels.

1.1. Les dépassements de budget et leurs conséquences

L'objectif principal des compagnies qui implantent des technologies est de finir leurs projets dans les temps et les budgets alloués (Mabert, Soni et Venkataramanan, 2003). De plus, le contrôle des coûts et des échéances sont reconnus comme des facteurs clés de succès (Parr, Shanks et Darke, 1999). Cependant beaucoup d'entreprises ne parviennent pas à atteindre ces objectifs. Ce phénomène est un véritable fléau qui est particulièrement répandu dans les implantation ERP; Les délais aussi bien que les budgets ne sont pas toujours respectés dans le cas des implantations ERP (Fine, 1995; Ambrosio, 1997; Piszcalski, 1997; Tebbe, 1997; Garter Group, 1998; Horwitt, 1998; Martin, 1998).

On estime à 90% le nombre des implantations qui dépassent les échéances ou les budgets (Zimmerman, 1999). L'ampleur des dépassements budgétaires varie d'un projet à l'autre mais les probabilités demeurent très élevées dans le cadre d'implantations de systèmes E.R.P (Zrimsek, Phelan, Karamouzis et Frey, 2001). Les auteurs ont estimé que 40% des entreprises qui s'engagent dans de tels projets d'ici la fin 2004 excèderont leurs budgets initiaux d'au moins 50% (avec une probabilité de 0,7).

Il existe plusieurs raisons directes ou indirectes qui peuvent expliquer de tels déboires. Les lacunes en gestion de projet et l'absence de contrôle combinés à une mauvaise planification ou un suivi insuffisant peuvent être à l'origine de retards et de dépassements de budgets (Boehm, 1981; Block, 1983). Les implantations ERP échouent dans leur effort pour recouvrir les investissements car les projets sont souvent plus vastes que prévus (Barki et Pinsonneault, 2002).

Ces excès budgétaires peuvent avoir de graves conséquences sur la santé financière des entreprises qui ont fait le choix d'implanter un tel système. Étant donné que l'investissement pour l'achat et l'implantation du logiciel se mesure en millions de dollars, l'échec dans la tentative de respecter les échéances et les coûts peut résulter en des pertes financières significatives pour l'entreprise (Parr et al., 1999). Certains échecs provoquent même des faillites ou des litiges avec les fournisseurs de solutions (Holland et Light, 1999). Un échec au niveau d'un seul des quatre facteurs de succès fondamentaux suivants peut entraîner l'échec total de l'implantation: engagement de la haute direction, définition claire des objectifs d'affaires, saine gestion de projet et présence d'équipes compétentes (Cooke et Peterson, 1998).

Il est bien plus facile de retracer des cas de succès que des cas d'échecs car ce sont plutôt des expériences que les victimes essaient de dissimuler. Néanmoins, il existe un certain nombre de fiascos retentissants qui ne peuvent pas échapper à l'observation des chercheurs à l'échelle de la planète. Parmi ces échecs reconnus mondialement, on retrouve FoxMeyer et Hershey Foods Corp. (Deutsch, 1998; Diederich, 1998; Nelson et Ramstad, 1999). Hershey Foods Corporation a déclaré une baisse de ses profits au 3ième trimestre de 1999 à cause de son implantation défectueuse pour un budget de 112M\$. Miller Industries a déclaré une perte de 3,5M\$ au dernier trimestre de 1999 à cause des coûts associés à son nouveau ERP. WW Grainger Inc. a annoncé une baisse de onze millions de dollars de ses gains suite à une mauvaise implantation du ERP (Motwani, Mirchandani, Madan et Gunasekaran, 2002). Unisource Worldwide a déclaré une perte de 168M\$ suite à l'abandon d'un projet SAP. Fox Meyer a poursuivi SAP pour 500M\$ suite à l'échec de son implantation. Dell Computer a abandonné son projet SAP à cause de retards et de dépassements de budgets. Dow Chemical a dépensé 500M\$ pour installer SAP R/2 avant de prendre la décision d'implanter SAP R/3 (Bingi, Sharma et Godla, 1999). De la même manière, Sobeys a abandonné son système SAP et a accusé une perte de 50M\$ mettant en cause le système, la capacité du fournisseur à installer le système et l'équipe de gestion.

Tableau 1. Extraits des échecs d'implantation.

Entreprises	Difficultés évoquées	Conséquences
FoxMeyer	Erreur de gestion : anticipation prématurée des bénéfices.	Dépôt de bilan. Poursuite de SAP en justice pour 500M\$.
Hershey Foods Corp.	Implantation défectueuse.	Baisse de profit au 3 ^{ième} trimestre.
Miller Industries	Coût du ERP sous-estimé.	Pertes de 3,5M\$ au 3 ^{ième} trimestre de 1999.
WW Grainger Inc.	Mauvaise implantation.	Pertes de 11M\$.
Unisource Worldwide	Abandon du projet SAP.	Perte de 168M\$.
Dell	Retards et dépassements de budgets	Abandon du projet.
Sobeys	Capacité du fournisseur à installer le système et défaillance de l'équipe de gestion.	Pertes de 50M\$.

Cette liste n'est pas exhaustive mais elle suffit à mettre en valeur l'ampleur des problèmes potentiellement liés à l'implantation des ERP.

1.2. Portion significative des ERP en termes d'investissements en TI

Les progiciels de gestion intégrée sont très en vogue sur le marché depuis les années 90 et ils constituent un excellent terrain d'étude dans la mesure où le nombre de projets est en constante augmentation.

Fin 1998, environ 40% des entreprises ayant des chiffres d'affaires supérieurs à 1 milliard de dollars avaient implanté un système ERP (Caldwell et Stein, 1998). En 2000, c'était environ 60% des entreprises présentes dans le « Fortune 1000 » qui devaient avoir implanté au moins un module ERP (Stein, 1999). Le marché serait passé de quinze milliards en 1999 à 50 milliards de dollars en 2002 (AMR Research, 2003).

Les fournisseurs envisageaient de pénétrer aussi le marché des petites et moyennes entreprises. Par exemple, SAP a commencé à vendre son progiciel à des clients se situant dans le segment des revenus allant de 150 à 400M\$ (Bingi et al., 1999), cette solution est appelée « Business One ».

Le marché indique très bien la tendance selon laquelle les fournisseurs cherchent à augmenter leurs ventes en adressant une clientèle composée des petites et moyennes entreprises puisque la plupart des grandes sont déjà acquises. Un taux de croissance très élevé est attendu chez les moyennes et petites entreprises dans le monde entier (Oliver, 1999; Zeichick, 1999; Everdingen, Van Hillegersberg et Waarts, 2000; Howle, 2000). Aujourd'hui, ce phénomène d'adoption des ERP est tellement instauré dans les mœurs qu'il a réussi à garder un taux de croissance positif autour de 11% (IDC, 2000).

Pour la plupart des entreprises dans les années 90, l'implantation d'un ERP constituait le plus gros investissement technologique (Chung et Snyder, 1999). Non seulement, cela représente souvent le plus gros projet en technologies de l'information d'une firme mais parfois même il s'agit tout simplement du plus gros projet de toute son histoire (Summer, 2000). Le total de l'investissement peut représenter entre un et trois pourcents du chiffre d'affaire annuel (Summer, 2000; Fox, 2003).

Le coût total des implantations varie entre 10 et 100M\$ selon la taille de l'entreprise ((Mabert et al., 2003). Ces données sont validées à nouveau en 2003 puisque la moyenne des coûts s'élève à 20,6M\$ pour une moyenne de 23 mois de projets

auxquels il faut ajouter 2,1M\$ de maintenance sur les deux années suivant l'implantation (Metagroup, 2003). Il est important de mentionner que ces chiffres diffèrent d'une entreprise à l'autre selon la taille puisque les entreprises en dessous d'un milliard de dollars de revenus annuels ont une moyenne des coûts équivalente à 12M\$ (Willis, Hillary et McMillan, 2001). En 1997, le total des investissements faits par 20 000 compagnies américaines était équivalent à dix milliards de dollars (Martin, 1998) soit environ 500 000\$ par compagnie. Plus tard, une étude auprès de 200 CIOs américains a démontré que 25% d'entre eux prévoyaient des dépenses supérieures à 10M\$ dans l'implantation complète d'un ERP (Eckhouse, 1998) soit un investissement vingt fois plus élevé.

Après avoir démontré l'essor de l'investissement en ERP et les conséquences des dépassements budgétaires, il est facile de percevoir les enjeux liés à une bonne estimation des coûts avant une implantation. Avec des montants de l'ordre de dizaines de millions de dollars, l'estimation des coûts est un réel défi. La complexité des ERP associée à leur énorme coût a obligé les entreprises à repenser leur façon d'acquérir ces logiciels (Kumar et Hillegersberg, 2000). La recherche en implantation de ERP n'en est qu'à ses débuts et il est nécessaire de procéder à davantage de recherches afin de consolider la théorie (Barki et al., 2002). Il est désormais grand temps que les entreprises se consacrent sérieusement à l'estimation des coûts d'une manière rigoureuse.

« You have to come up with coherent metrics that are less artful and more concrete » (Fox, 2003).

Il existe une longue littérature relative à l'estimation des coûts (Leung et Fan, 2000). Il a été établi que certaines méthodes d'estimation traditionnelles n'étaient pas fiables pour ce type de projet (Mirchandani, 1999). Afin de mieux cerner la problématique, il convient de montrer les différences entre un système traditionnel et un système ERP afin de démontrer que différentes méthodes d'estimation de l'effort sont nécessaires.

1.3. ERP versus systèmes traditionnels

L'objectif de cette partie n'est pas de dresser une liste exhaustive des différences qui existent entre les systèmes dits « traditionnels » et les progiciels de gestion intégrée mais plutôt de montrer en quoi leur cycle de développement diffère.

En premier lieu, il convient de définir ce qu'on entend exactement par ERP. Les progiciels de gestion intégrée ou « Enterprise Resource Planning » sont définis comme suit: « *Enterprise systems are commercial software packages that enable the integration of transactions-oriented data and business processes throughout an organization (and perhaps eventually throughout the entire interorganizational supply chain)* » (Markus et Tanis, 2000). Toujours selon ces mêmes auteurs, la spécificité de ces solutions intégrées réside dans les notions suivantes (Markus et al., 2000):

- L'intégration: toutes les fonctions de l'entreprise sont intégrées.
- Le « Package » : ce produit est acheté à un fournisseur et non pas développé à l'interne.
- Les « Best Practices » : Le progiciel est basé sur des processus génériques qui sont issus des meilleures pratiques d'affaires.
- La nécessité d'assemblage : le progiciel devra interagir avec une base de données, un système d'exploitation, du matériel informatique, des technologies de communication et d'autres systèmes de gestion car un seul système d'information ne suffit pas à combler tous les besoins en traitement d'information dans une entreprise.
- L'adaptabilité: le logiciel est offert sous forme de modules et l'architecture est variable: 2 couches, client-serveur, version Web, etc...

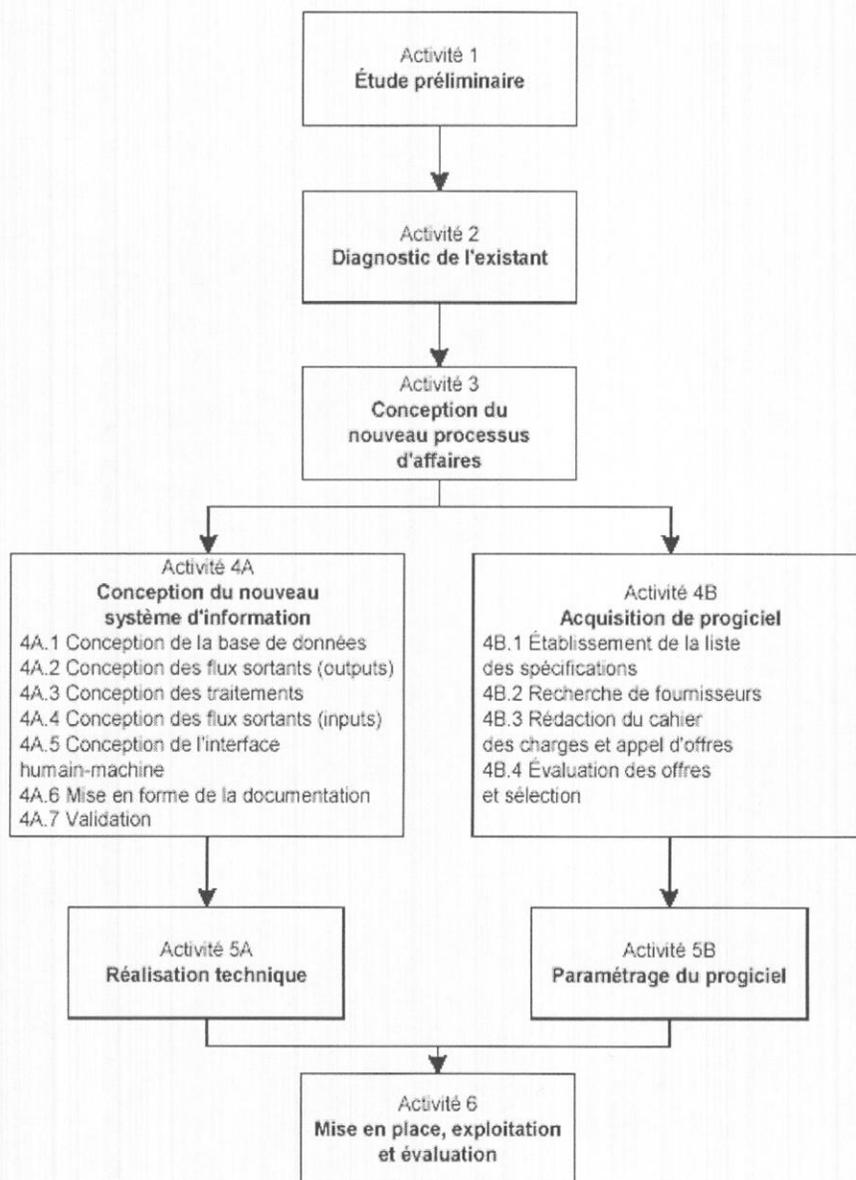
La principale distinction réside dans les notions de « package » et de configuration (Markus et al., 2000).

«Enterprise systems are commercial packages; that is, they are purchased or leased from software vendors rather than being developed in-house from scratch. [...]The adopters of an enterprise system often adjust the organization's ways of working to fit the package »

Ainsi l'expression « systèmes traditionnels » fait référence aux systèmes développés sur mesure contrairement aux ERP auxquels les processus des organisations doivent s'adapter.

De nombreux auteurs ont montré les différences qui existaient entre les modes d'implantation. Rivard et Talbot, eux aussi partagent cette idée en rappelant la présence de processus génériques, la nécessité d'une vaste et profonde réingénierie des processus et le passage obligé par le paramétrage qui remplace l'étape de réalisation technique (Rivard et Talbot, 1998; Markus et al., 2000; Roseman, 2001; Bernard, 2002). Pour illustrer ce phénomène, examinons le cycle de développement des systèmes d'information proposé par Rivard et Talbot en 2001.

Tableau 2. Développement de systèmes d'information sur mesure et implantation de progiciels intégrés (Rivard & Talbot, 2001) (p.49).



Ce modèle fait bien la distinction entre les deux types de systèmes. On voit que la phase de conception d'un côté est remplacée par l'achat du logiciel de l'autre. D'autre part

l'étape de programmation laisse place à la configuration du système. À cela, Markus ajoute en 2000 : « *The process of configuring an enterprise system for an organization differs substantially from software programming.* » Une implantation différente impose une méthode d'évaluation des coûts différente. En effet il a été établi que certaines méthodes d'estimation traditionnelles n'étaient pas fiables pour ce type de projet (Mirchandani, 1999). L'auteur, selon des recherches antérieures de Gartner, affirme que les évaluations des coûts d'implantation de logiciels qui se basent sur des coûts moyens par utilisateur licencié ou sur les coûts de développement ne sont pas pertinentes dans le cadre de projets d'implantation de E.R.P.

En résumé, les dépassements de budgets sont fréquents dans le cadre d'implantations de systèmes ERP et simultanément ce marché était en plein essor. Les conséquences de ces dépassements sont problématiques pour une entreprise. Enfin, il s'avère que les implantations de systèmes ERP nécessitent des méthodes d'estimation des coûts différentes de celles appliquées au développement de systèmes traditionnels (Mirchandani, 1999).

Par conséquent cette recherche tentera de proposer un modèle d'estimation qui sera propre aux implantations des progiciels de gestion afin d'éviter l'escalade dans les dépenses. C'est dans cette perspective de recherche que s'inscrit le sujet de ce mémoire : « Comment établir un modèle des coûts propre aux implantations ERP ? »

Fin du chapitre 1

Chapitre 2 - Revue de littérature

Le chapitre précédent a dressé le cadre de cette étude en annonçant l'importance de la notion d'estimation des coûts. D'un autre côté, il a aussi mis en évidence que la phase de configuration était spécifique à l'implantation d'un progiciel de gestion.

Ce mémoire vise l'élaboration d'un modèle d'estimation des coûts, c'est-à-dire qu'il cherche à identifier la structure des coûts relatifs à un projet d'implantation. En d'autres termes, il vise à identifier les grandes catégories de coûts pendant un projet, les facteurs qui influencent ces grandes catégories de coûts et les indices qui contribuent à mesurer ces facteurs.

L'estimation des coûts associés au développement d'un logiciel est un processus qui revient à évaluer l'effort à fournir pour développer ce logiciel (Leung et al., 2000). Il est donc important de comprendre la distinction entre le concept d'estimation des coûts et celui d'estimation de l'effort.

Les coûts de développement d'un système d'information sont d'ordres divers : installations physiques, matériel informatique, accessoires de bureau, personnel, méthodes et outils de développement (Pfleeger, 1998)¹. Quant à l'effort de développement, il s'agit essentiellement du travail produit par le personnel. Cette estimation est généralement présentée sous forme de jours-personnes ou plus directement comme un montant d'argent (Pfleeger, 1998)².

La démarche proposée est divisée en cinq étapes :

1. Présenter les différentes méthodes d'estimation de l'effort.
2. Extraire les facteurs propres à l'estimation de l'effort pour le développement de systèmes traditionnels et les classer.
3. Extraire les facteurs propres à l'estimation de l'effort en implantation de ERP.
Comparer ces facteurs avec les facteurs de risque en implantation de progiciels

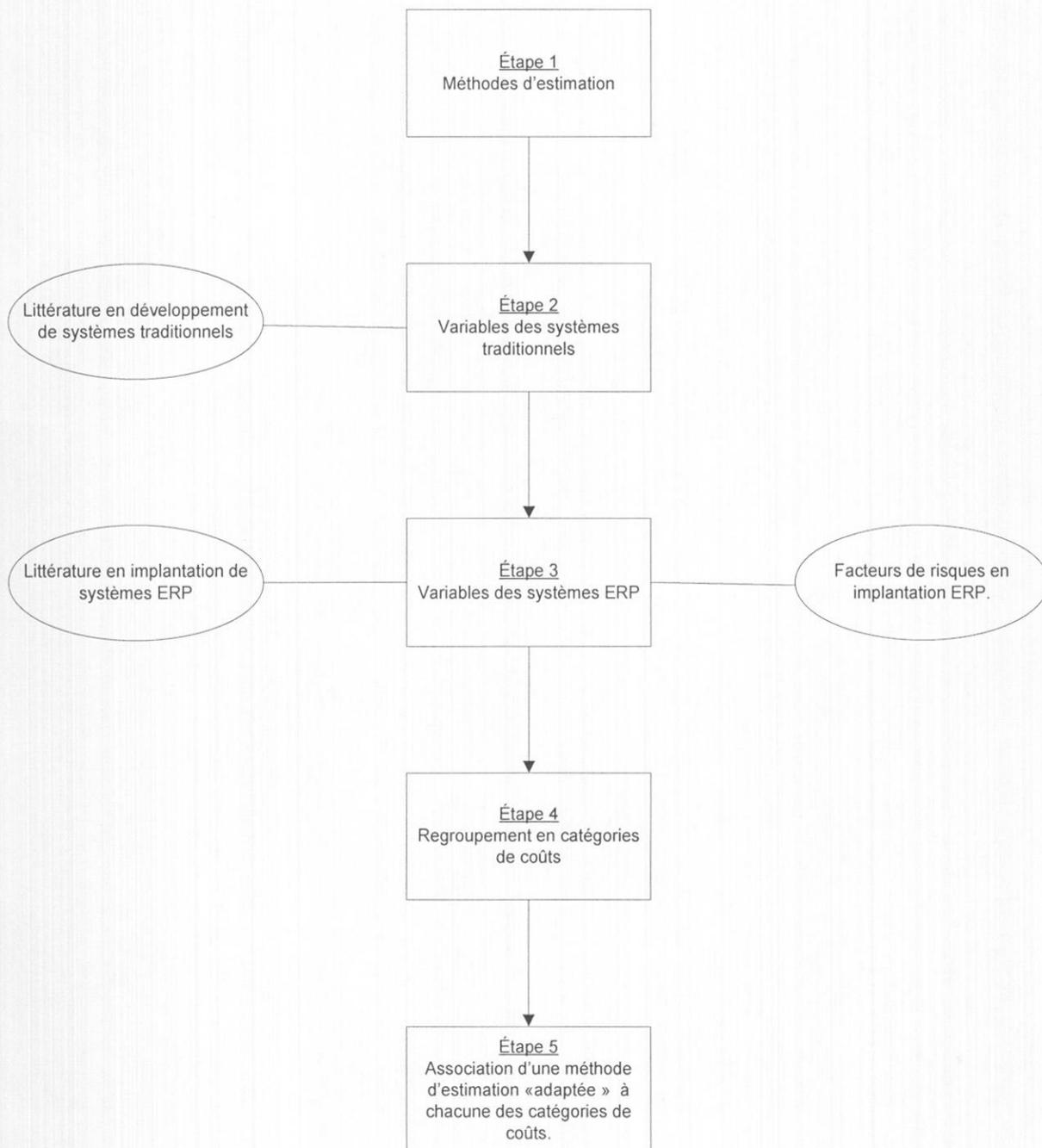
¹ Cite par Trottier (2000).

² idem.

- intégrés à des fins de validation. Présenter l'information selon la même typologie utilisée pour les facteurs issus des méthodes dites « traditionnelles ».
4. Regrouper les facteurs retenues sous différentes catégories de coûts en se basant sur un rapport d'analyse d'un groupe d'étude de Gartner (Zrimsek et al., 2001).
 5. Associer la méthode d'estimation la plus « adaptée » à chacune des catégories de coûts.

Cette démarche est reprise dans le schéma suivant.

Tableau 3. Démarche de la revue de littérature.



2.1. Les méthodes d'estimation de l'effort pour le développement de systèmes traditionnels

La partie suivante présente en détail chacune des méthodes d'estimation de l'effort recensées dans la littérature en développement de systèmes d'information traditionnels. Cette description a pour objectif de montrer que les modèles d'estimation utilisent plusieurs types de facteurs comme paramètres d'entrée. Ces derniers seront présentés par la suite.

On peut diviser les modèles d'estimation de l'effort en deux grandes familles : les modèles paramétriques et les modèles non paramétriques (Leung et al., 2000). Les premiers varient dans leur degré de sophistication mathématique. Certains sont basés sur de simples formules mathématiques telles les moyennes et les écarts type tandis que d'autres sont basés sur des régressions et des équations différentielles. Rappelons qu'il est nécessaire de calibrer ces modèles en fonction des conditions locales (c'est-à-dire les facteurs propres au projet envisagé) avant de les utiliser. De plus, on peut distinguer les modèles empiriques des modèles analytiques (Leung et al., 2000) :

- Empirique : utilisation de données extraites de projets passés afin d'évaluer un projet actuel en dérivant les formules en fonction des conditions présentes.
- Analytique : Utilisation de formules basées sur des hypothèses générales telles que la vitesse à laquelle le développeur résout les problèmes et le nombre de problèmes à régler.

2.1.1. Les méthodes non paramétriques

Six grandes méthodes ont été recensées dans la littérature :

1. l'estimation par analogie
2. le jugement expert
3. la méthode Parkinson
4. la méthode Price-To-Win
5. l'approche Bottom-up
6. l'approche Top-Down

Ces méthodes sont présentées dans les pages qui suivent.

2.1.1.1. Estimation par analogie

Cette méthode nécessite d'avoir complété un ou plusieurs projets similaires à celui qui doit être entrepris. Il s'agit de dériver les coûts actuels des projets passés (Boehm, 1981; Pfleeger, 1998). Cette méthode est proche de la méthode d'estimation par similarités et différences de Wolwerton (1974). Cela peut aussi bien être réalisé à l'échelle globale du projet qu'à l'échelle de sous-systèmes. Le premier a l'avantage de considérer toutes les composantes tandis que le deuxième fournit davantage de détails au sujet des similarités ou des différences entre les projets (Boehm, 1981). L'avantage est de pouvoir se baser sur des données réelles mais l'inconvénient réside dans la difficulté de trouver des projets semblables.

2.1.1.2. Le jugement expert

Cette méthode est particulièrement adaptée lorsqu'il n'existe pas forcément assez de données quantifiables. La technique se base sur le savoir et l'expérience des acteurs, c'est-à-dire leurs expériences ou projets passés pour faire une estimation. Cependant il y a deux inconvénients majeurs à cette technique :

- Elle est subjective dans la mesure où les estimations sont intimement reliées à l'opinion des personnes concernées.
- Il arrive parfois même aux meilleurs de se tromper.

Quatre grandes techniques issues de cette méthode sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4. Techniques de groupe de la méthode par jugement expert (Trottier, 2000).

Techniques	Description	Avantages	Inconvénients
Moyenne des estimations	Simple moyenne des estimations des experts.	Simple et rapide.	Influencée par les résultats extrêmes.
Estimation par consensus	Consensus unanime sur une seule estimation faite par tous les experts après une discussion.	Permet la discussion et l'échange d'informations.	Influencée par les phénomènes sociaux qui surviennent en groupe.
Technique Delphi	Technique par consensus mais anonyme et itératif, sans discussion.	Non influencée par les résultats extrêmes et les phénomènes sociaux.	Ne permet ni la discussion ni l'échange d'information.
Technique Wideband Delphi	Technique par consensus mais anonyme et itératif, sans discussion.	Non influencée par les résultats extrêmes et les phénomènes sociaux.	Technique relativement complexe.

2.1.1.3. Parkinson

Le coût est déterminé (et non estimé) en fonction du nombre de ressources disponibles (Parkinson, 1957). Si le logiciel doit être livré dans 12 mois avec seulement 5 ressources disponibles alors l'estimation sera 60 personnes/mois. Peu importe la taille du projet, il faut l'achever dans les temps et les budgets impartis. Cette méthode est risquée et s'effectue le plus souvent au détriment de certaines fonctionnalités du logiciel qui ne pourront être délivrées étant données les contraintes. Ce n'est pas une bonne pratique de gestion (Boehm, 1981)³

2.1.1.4. Price-to-Win

Le coût du logiciel est estimé avec le seul objectif de gagner le contrat de développement. L'estimation est donc basée sur le budget du client et non sur l'effort réel à produire. Si l'estimation initiale ne convient pas, il est fréquent de modifier les estimateurs afin de satisfaire le client. Ceci constitue une mauvaise pratique en gestion car cela occasionne des retards dans la livraison et des heures supplémentaires pour les développeurs. La plupart des compagnies qui ont utilisé cette méthode ont fait faillite (Boehm, 1981)⁴.

³ Cité par Trottier (2000).

⁴ Idem

2.1.1.5. Bottom-Up

Toutes les composantes du système sont estimées et le résultat est la somme de toutes les estimations. Cela requiert que le design du système ait été effectué afin de connaître sa structure (Boehm, 1981; Heemstra, 1992).

2.1.1.6. Top-Down

Ceci est le contraire de la précédente car un montant global est estimé pour l'ensemble du projet. Ensuite on attribue un coût à chaque composante. Ceci est particulièrement bien adapté pour des estimations tôt dans le cycle de développement (Boehm, 1981; Heemstra, 1992).

2.1.1.7. Comparaison des modèles non paramétriques

Afin de bien comprendre les différences entre les modèles qui viennent d'être présentés, voici un tableau récapitulatif des forces et faiblesses.

Tableau 5. Forces et faiblesses des modèles non paramétriques d'estimation de l'effort (Leung et al., 2000)

Méthodes	Forces	Faiblesses
Jugement expert	Les experts avec une bonne expérience peuvent fournir de bonnes estimations. Les estimations sont rapides et tiennent compte des expériences passées	Dépendant de l'expert : sa présence et sa mémoire. Peut être biaisé ou subjectif. Il arrive que les spécialistes se trompent.
Analogie	Basée sur les données actuelles et sur les projets passés.	Difficulté de trouver des projets similaires. Les données historiques peuvent manquer de précision.
Parkinson Price to Win	Permet souvent de décrocher le contrat.	Pratique inusitée. Mauvaise pratique de gestion. Très gros risques de dépassements.
Top-Down	Étude au niveau global du système. Plus rapide et plus facile que la méthode Bottom-up. Nécessite peu de détails sur le projet.	Fournit peu de détails pour justifier l'estimé. Moins précis que d'autres méthodes.
Bottom-up	Basée sur une étude détaillée. Permet une meilleure supervision pendant le projet et ses estimés adressent des tâches de bas niveau.	Risque de négliger des coûts à l'échelle du système. Demande plus d'effort que la méthode Top-down. Difficile à réaliser dans les phases préliminaires du projet.

Ceci conclut la présentation des méthodes non paramétriques.

2.1.2. Les méthodes paramétriques

Contrairement aux modèles précédents, ces méthodes sont basées sur des modèles mathématiques qui produisent des estimations de l'effort en fonction d'un certain nombre de paramètres d'entrée, c'est-à-dire les facteurs de coûts (Boehm, 1981; Pressman, 1997; Pfleeger, 1998). Elles s'écrivent toutes sous la forme :

$$\text{Effort} = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

Où :

$(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ sont des facteurs de coûts.

Ces modèles présentent les avantages d'être répétables et objectifs (Boehm, 1981)⁵. Par contre, la qualité des résultats dépend de la qualité des paramètres d'entrée qui sont fournis pour le calibrage (Boehm, 1981; Pressman, 1997)⁶. Les méthodes présentées ci-après diffèrent les unes des autres dans la mesure où leur forme mathématique et leurs paramètres d'entrées varient tous les deux. Cette partie décrit en détail les méthodes paramétriques recensées à ce jour. La partie suivante fera un rappel de l'ensemble des facteurs introduits comme des paramètres d'entrée aussi bien dans les modèles non paramétriques que dans les modèles paramétriques. Six familles de modèles paramétriques ont été recensées dans la littérature :

1. Les modèles linéaires
2. Les modèles multiplicatifs
3. Les modèles combinés
4. Les modèles régressifs
5. Les modèles discrets
6. Les autres modèles

2.1.2.1. Les modèles linéaires

Ces modèles se retrouvent sous la forme :

⁵ Cité par Trottier (2000)

⁶ Idem

$$Effort = a_0 \sum_{i=0}^n a_i x_i$$

Les coefficients $a_1 \dots a_n$ sont des facteurs de coûts choisis pour correspondre le plus possible au projet. Cependant il est souvent difficile de modéliser un projet sous cette forme : « *There are too many nonlinear interactions in software development for linear models to work well* » (Boehm, 1981).

2.1.2.2. Les modèles multiplicatifs

Ces modèles se retrouvent sous la forme :

$$Effort = a_0 \prod_{i=1}^n a_i^{x_i}$$

Les coefficients $a_1 \dots a_n$ sont choisis pour correspondre le plus possible au projet. La valeur des x_i dépend des cas, on peut par exemple leur donner une valeur au choix: -1, 0 ou 1 (Walston et Felix, 1977). Cette méthode est particulièrement efficace si les facteurs sont indépendants pour éviter de les multiplier plusieurs fois entre eux (Boehm, 1981).

2.1.2.3. Les modèles combinés (COCOMO et Putnam SLIM)

Ces modèles se retrouvent sous la forme :

$$Effort = a * S^b$$

où S est la taille du code et a, b sont des fonctions d'autres facteurs. Il existe deux grands modèles qui appartiennent à cette famille :

- I. Les modèles COCOMO
- II. Le modèle Putnam SLIM

I) Les modèles COCOMO (Constructive Cost Model)

Cette famille de modèles a été proposée par Boehm (Boehm, 1981; Boehm, 1996) et s'est largement répandue depuis. Dans ces modèles, la taille du code S est présentée en milliers de lignes de codes (KLOC) et l'effort est en personne par mois.

A) COCOMO

Ce modèle utilise trois paires de variables (Abdel-Hamid, 1993) dont la valeur dépend de la complexité du logiciel :

- Pour de simples applications, bien connues : $a=2,4$ et $b=1,05$
- Pour des systèmes plus complexes : $a=3,0$ et $b=1,15$
- Pour les systèmes très complexes : $a=3,6$ et $b=1,2$

Ce modèle est très simple d'utilisation mais n'offre pas des résultats très précis car de nombreux facteurs de coûts sont omis.

B) COCOMO intermédiaire et COCOMO détaillé

Dans le COCOMO intermédiaire, une estimation initiale de l'effort est obtenue grâce un modèle combiné avec là aussi trois paires de variables (Abdel-Hamid, 1993) mais la valeur de a est légèrement différente que dans le premier cas :

- Pour de simples applications, bien connues : $a=3,2$ et $b=1,05$
- Pour des systèmes plus complexes : $a=3,0$ et $b=1,15$
- Pour les systèmes très complexes : $a=2,8$ et $b=1,2$

Ensuite, quinze facteurs allant de 0,7 à 1,66 sont déterminés. La valeur globale de l'impact des facteurs M est obtenue en multipliant chacune des valeurs des facteurs pris individuellement et l'estimation finale est le produit de M avec l'estimation initiale.

Tableau 6. Valeur des facteurs de coûts, traduit de (Leung et al., 2000)

<i>Facteurs de coûts</i>	<i>Description</i>	<i>évaluation</i>				
		Très bas	Bas	Nominal	Haut	Très haut
	<i>Produit</i>					
RELY	Fiabilité requise du logiciel	0.75	0.88	1.00	1.15	1.40
DATA	Taille de la base de données	-	0.94	1.00	1.08	1.16
CPLX	Complexité du produit	0.70	0.85	1.00	1.15	1.30
	<i>Technologie</i>					
TIME	Contrainte de temps de traitement	-	-	1.00	1.11	1.30
STOR	Contrainte de stockage	-	-	1.00	1.06	1.21
VIRT	Volatilité de la plateforme	-	0.87	1.00	1.15	1.30
TURN	Taux de renouvellement de la technologie	-	0.87	1.00	1.07	1.15
	<i>Personnel</i>					
ACAP	Compétence de l'analyste	1.46	1.19	1.00	0.86	0.71
AEXP	Expérience avec l'application	1.29	1.13	1.00	0.91	0.82
PCAP	Compétence en programmation	1.42	1.17	1.00	0.86	0.70
VEXP	Expérience avec la plateforme	1.21	1.10	1.00	0.90	-
LEXP	Expérience avec le langage	1.14	1.07	1.00	0.95	-
	<i>Projet</i>					
MODP	Pratiques modernes de programmation	1.24	1.10	1.00	0.91	0.82
TOOL	Outils de développement	1.24	1.10	1.00	0.91	0.83
SCED	Échéances du projet	1.23	1.08	1.00	1.04	1.10

Contrairement aux modèles COCOMO basique et intermédiaire qui estiment le coût au niveau global du système, le COCOMO détaillé examine chaque sous-système de façon indépendante ce qui est un très gros atout lorsqu'il s'agit d'évaluer de gros systèmes qui sont composés de sous-systèmes très hétérogènes.

C) COCOMO II

La différence majeure avec les précédents modèles COCOMO est que la variable b varie en fonction des facteurs suivants : l'expérience passée, la flexibilité de développement, l'architecture ou la résolution de risque, la cohésion d'équipe, la maturité du processus. D'autres différences proviennent de l'ajout de facteurs et de modèles pour solidifier l'architecture du logiciel et réduire le risque

II) Le modèle Putnam SLIM

Putnam a issu son modèle des travaux de Norden/Rayleigh (Putnam, 1978). La partie centrale de son modèle est appelée « équation du logiciel » :

$$S = E \times (\text{Effort})^{\frac{1}{3}} t_d^3$$

où t_d représente le délai de livraison du logiciel; E est le facteur lié à l'environnement qui reflète la capacité de développement et qui est dérivé de données historiques. La taille S est mesurée en lignes de code (LOC) et l'effort en personnes par année.

Une autre relation de Putnam est à observer :

$$S = D_0 \times t_d^3$$

où D_0 est un paramètre appelé « manpower build-up » qui varie de 8 (logiciel entièrement nouveau avec de nouvelles interfaces) à 27 (nouvelle version d'un ancien logiciel). En combinant, les deux équations précédentes, on obtient l'équation sous sa forme combinée

$$\text{Effort} = (D_0^{\frac{4}{7}} \times E^{-\frac{9}{7}}) \times S^{\frac{9}{7}} \quad \text{et}$$

$$t_d = (D_0^{-\frac{1}{7}} \times E^{-\frac{3}{7}}) \times S^{\frac{3}{7}}$$

Ce modèle est largement utilisé et SLIM est un outil de développement de logiciel qui se base dessus pour estimer les coûts et les ressources nécessaires (Leung et al., 2000).

2.1.2.4. Les modèles régressifs

Une application concrète de ces méthodes ne prend pas en compte les conditions locales. Par « conditions locales », on entend les conditions qui sont spécifiques à un projet ou à un système donné. Cependant il est possible d'ajuster les facteurs de coût en utilisant des données locales et une régression linéaire. Ce modèle est illustré en utilisant le modèle combiné:

$$\text{Effort} = a * S^b .$$

Si $Y = \log(\text{Effort})$, $A = \log(a)$ et $X = \log(S)$ alors la formule devient une équation linéaire :

$$Y = A + B * X$$

En appliquant la méthode des moindres carrés à un ensemble de données issues de projets passés ($Y_i, X_i : i=1, \dots, i=k$), on obtient les paramètres souhaités b et A (et par conséquent a).

2.1.2.5. Les modèles discrets

Ces modèles conjuguent l'effort, la durée du projet, la complexité et d'autres facteurs. Cette famille de modèles regroupent le modèle Aron (Aron, 1969), Wolverton (Wolverton, 1974), et Boeing (Black, Curnow, Katz et Gray, 1977). Ces derniers ont été très populaires au début car ils étaient faciles à employer.

2.1.2.6. Les autres modèles

Price-S est un modèle privé développé et entretenu par RCA. À partir de la taille, du type et la complexité d'un projet, il produit un estimé des coûts et un délai (Park, 1988).

SoftCost conjugue la taille, l'effort et la durée d'un projet pour gérer le risque en utilisant la distribution de probabilité de Rayleigh (Tausworthe, 1981).

2.1.2.7. Comparaison des modèles paramétriques

Six familles de modèles paramétriques ont été passées en revue. La partie suivante présente une vue comparative. Le premier tableau classe les modèles selon qu'ils sont empiriques ou analytiques. Le deuxième tableau fait l'inventaire des avantages et inconvénients de chaque famille de modèles.

Tableau 7. Classification des modèles paramétriques (Leung et al., 2000).

Modèles paramétriques					
	Linéaire	Multiplicatifs	Power function	Discret	Autres
Empiriques	Nelson	Walston-Felix	COCOMOs	Aron Boeing Wolverton	PRICE-S
Analytiques			Putnam		SoftCost

Tableau 8. Résumé des forces et faiblesses des différents modèles paramétriques (Leung et al., 2000; Trottier, 2000).

Modèles	Avantages	Inconvénients
Modèles linéaires	Simplicité.	Faible exactitude des résultats. Manque de flexibilité.
Modèles multiplicatifs	Simplicité.	Faible exactitude des résultats. Manque de flexibilité.
Modèles combinés	Plus grande flexibilité que les autres modèles mathématiques. Résultats plus exacts.	La complexité dépend des paramètres d'entrée.
Modèles régressifs	Simple. Basés sur les résultats de projets passés	Ne tiennent pas compte des conditions spécifiques au projet.
Modèles discrets	Facile à utiliser, comprendre et modifier. Permet la représentation d'une fonction discontinue.	Les résultats sensibles à la complexité et à la qualité des paramètres d'entrée.
Autres modèles	Bonne flexibilité et bonne performance.	La complexité dépend des paramètres d'entrée

2.1.3. Conclusion

Que les modèles soient paramétriques ou non, aucune méthode n'est idéale pour tous les projets (Leung et al., 2000). Il est parfois judicieux d'utiliser plusieurs méthodes complémentaires pour affiner les estimations (Boehm, 1981; Vicinanza, Mukhopadhyay et Prietula, 1991; Pressman, 1997; Pfleeger, 1998)⁷.

D'après la littérature spécialisée, il est possible d'identifier trois problèmes récurrents à toutes les méthodes (Trottier, 2000) :

1. Une tendance à sous-estimer.
2. Un manque de performance.
3. Un manque de correspondance avec le problème à résoudre.

Ceci conclut la présentation détaillée des méthodes d'estimation de l'effort pour le développement de systèmes traditionnels. Tout au long de cette présentation, des facteurs de coûts ont été introduits comme des paramètres d'entrée aux modèles. Il est désormais temps de les recenser et d'organiser logiquement ce qui constitue les facteurs propres à l'estimation de l'effort pour ce type de développement.

⁷ Cité par Trottier (2000)

2.2. Les facteurs utilisés dans les méthodes d'estimation de l'effort pour le développement de systèmes traditionnels

Cette partie a pour objectif de faire ressortir l'ensemble des facteurs utilisés comme paramètres d'entrées dans les modèles d'estimation. Ces facteurs ont une influence directe sur l'estimation de l'effort et par conséquent sur le coût associé au développement d'un système donné.

Les facteurs des modèles non paramétriques sont présentés suivis des facteurs issus des modèles paramétriques. Ensuite, une recherche plus approfondie sera effectuée pour déterminer les moyens d'estimer la taille d'un projet qui apparaît comme le facteur le plus important dans les coûts de développement d'un système d'information traditionnel (Pfleeger, 1998).

2.2.1. Les facteurs des modèles non paramétriques

Le tableau suivant présente les facteurs utilisés comme paramètres d'entrée dans les modèles non paramétriques.

Tableau 9. Les variables utilisées comme input dans les méthodes traditionnelles d'estimation de l'effort.

Méthodes	Variables
Estimation par analogie	Coûts des projets passés. Niveau général de complexité.
Jugement expert	Coûts des projets passés. Aspect social. Environnement du projet. Spécifications du système.
Méthode Parkinson	Date d'échéance du projet. Budget alloué au projet.
Price-To-Win	Budget du client.
Bottom-up Top-down	Spécifications des fonctionnalités du logiciel

La plupart des facteurs présentés ci haut apparaissent comme des éléments dont l'évaluation est soit tout à fait abstraite (niveau global de complexité, environnement du projet et aspect social) soit tout à fait concrète et invariable (budget alloué au projet, budget du client, coûts des projets passés, etc...). Pour ces derniers facteurs, un examen plus approfondi du système serait souhaitable afin d'apporter un degré de précision supplémentaire à l'estimation. Les modèles paramétriques intègrent plus d'information dans leur utilisation des facteurs comme la partie suivante le démontre.

2.2.2. Les facteurs des modèles paramétriques

Les facteurs utilisés comme paramètres d'entrée dans les modèles paramétriques sont de nature variée (Pfleeger, 1998) :

- Taille du projet.
- Expérience passée.
- Caractéristiques de l'équipe de développement.
- Caractéristiques de l'environnement de développement.
- Nature et complexité du système.
- Outils utilisés.

Généralement, la taille du projet est considérée comme le facteur de coûts le plus important (Pfleeger, 1998). L'estimation de ce facteur fera donc l'objet d'une étude en soi dans la partie suivante. Hormis la taille du projet, plusieurs facteurs peuvent être considérés. La plupart d'entre eux sont divisés en quatre catégories dans le modèle COCOMO II (Boehm, 1996) :

Tableau 10. Répartition des facteurs de coûts selon quatre catégories (traduit de COCOMO II).

Type de facteurs	Facteurs
Facteurs liés au produit	Fiabilité requise Complexité du produit Taille utilisée de la base de données Utilisation requise Réutilisation requise Documentation
Facteurs liés à la technologie	Contrainte de temps de traitement Contrainte d'espace de stockage Taux de renouvellement de la technologie Volatilité de la plateforme
Facteurs liés au personnel	Compétences des analystes Expérience avec l'application Compétence en programmation Expérience avec la plateforme Expérience avec le langage et les outils Stabilité et fidélité des ressources
Facteurs liés au projet	Développement sur plusieurs sites Utilisation d'outils de développements de logiciels Contrainte de temps pour le projet

Les facteurs ci-dessus ne sont pas forcément indépendants et sont parfois difficiles à quantifier. Parfois ils prennent une forme discrète dans le modèle et il arrive même qu'ils soient tout simplement ignorés (Leung et al., 2000).

Comme annoncé précédemment, voici les principales méthodes d'estimation de la taille d'un projet qui apparaît comme le facteur de coût prédominant.

2.2.3. Les méthodes d'estimation de la taille d'un projet

La plupart des modèles paramétriques considèrent la taille du logiciel à développer comme un paramètre de première importance (Leung et al., 2000). La taille du logiciel est le facteur le plus important parmi ceux qui influencent le coût du développement (Leung et al., 2000). Cinq modèles d'estimation de la taille d'un logiciel sont présentés ci-dessous.

2.2.3.1. Line of code (LOC)

Il s'agit d'estimer le nombre de lignes de code délivrées dans le produit final (Fenton et Pfleeger, 1997). Cette estimation dépend évidemment du langage de programmation choisi. Cependant il est très difficile d'évaluer le nombre de lignes de code avant la fin du projet. Une des solutions répandues consiste à utiliser le jugement expert combiné à une méthode appelée PERT. Afin d'approximer le nombre de lignes de code, on fait une moyenne pondérée des trois estimations d'expert (Fenton et al., 1997) :

$$S = (S1 + S2 + 4*S3) / 6$$

Avec :

S1 = le nombre minimal de lignes envisagé.

S2 = le nombre maximal de lignes envisagé.

S3 = le nombre moyen le plus probable de lignes envisagé.

2.2.3.2. Software Science

L'estimation est basée sur deux paramètres principaux : la longueur du code (N) et le volume (V) d'espace nécessaire de stockage mais cette mesure est de moins en moins employée ces dernières années. Ces deux paramètres se décrivent comme suit (Halstead, 1977) :

$$N = N1 + N2 \quad \text{et} \quad V = N \log (n1 + n2)$$

Avec :

$N1$ = le nombre total d'occurrence des opérateurs.

$N2$ = le nombre total d'occurrences des opérandes.

$n1$ = le nombre d'opérateurs distincts.

$n2$ = le nombre d'opérandes distinctes.

2.2.3.3. *Function points*

Le modèle des Points de Fonction est basé sur la mesure des fonctionnalités du logiciel livré aux utilisateurs (Albrecht, 1979). La dite mesure considère trois types de mesures qui se conjuguent en équation (Benyahia et Hadj, 1996) :

1. la taille du logiciel
2. la complexité technique
3. la productivité liée à l'environnement de développement.

$$E = a_1X^b + a_2Y + a_3Z + a_4W + \varepsilon$$

Où E correspond à l'effort qui est la variable dépendante.

X est la variable indépendante reliée à la taille (ajustée à la complexité).

b est le coefficient lié au taux d'accroissement de la taille de l'application.

Y , Z et W sont des variables indépendantes liées à la productivité.

ε est la variable résidu qui reflète les erreurs statistiques, les omissions de variables ainsi que toutes autres spécifications erronées.

La méthode par Point de Fonction considère les 14 critères suivants pour évaluer la taille :

Tableau 11. Critères pour évaluer la taille d'un projet par la méthode Point de Fonction (Albrecht, 1979).

	Caractéristiques générales du système	Description
1.	Données relatives à la communication	Combien y a-t il d'installations pour supporter le transfert ou l'échange d'information dans l'application ou le système.
2.	Traitement des données partagées	Comment les données partagées sont-elles traitées ?
3.	Performance	Est-ce que les utilisateurs exigent une certaine performance au niveau du temps de réponse du système ?
4.	Configuration pour une utilisation intense	Est-ce que le matériel sur lequel la plateforme sera installée est beaucoup utilisé ?
5.	Taux de transaction	À quelle fréquence les transactions sont-elles effectuées (quotidienne, hebdomadaire, mensuelle) ?
6.	Saisie de données en ligne	Quel pourcentage de l'information doit être saisie en ligne ?
7.	Efficacité et compétences de l'utilisateur final	Est-ce que l'application a été conçue pour améliorer l'efficacité de l'utilisateur final ?
8.	Mise à jour en ligne	À quelle fréquence met-on à jour les fichiers en ligne ?
9.	Traitements complexes	Est-ce que le système requiert des traitements logiques ou mathématiques en très grande quantité ?
10.	Réutilisation	Est-ce que l'application a été conçue pour satisfaire les besoins d'un seul ou plusieurs utilisateurs ?
11.	Facilité d'installation	Dans quelle mesure l'installation et la conversion des données sont elles des tâches difficiles ?
12.	Facilité de fonctionnement	Dans quelle mesure les démarrages, les sauvegardes et les procédures de recouvrement sont elles efficaces ou automatisées ?
13.	Sites Multiples	Est-ce que le système a été conçu pour être installé dans plusieurs sites distincts pour plusieurs organisations ?
14.	Gestion du changement	Est-ce que le système a été conçu dans une perspective de gestion du changement ?

2.2.3.4. Extension de Function Point: Feature point

La particularité de ce modèle réside dans l'ajout des algorithmes comme des nouvelles classes (Jones, 1997). Par exemple, une racine carrée est considérée comme un algorithme. Chaque algorithme se voit attribué un degré de complexité de 1 à 10 et la méthode étendue des points de fonction est en fait la somme de ces algorithmes et des points de fonctions. Ce modèle est particulièrement adapté à des systèmes qui traitent des données avec des algorithmes très sophistiqués comme cela peut se produire pour des logiciels de mathématiques ou des applications militaires. En outre, il existe une autre extension du modèle « Full Function Point (FFP) » qui mesure les applications en temps réel en prenant en compte l'aspect du contrôle de telles applications (St Pierre, Maya, Abran, Desharnais et Bourque, 1997).

2.2.3.5. Object Points

Cette mesure est basée sur le nombre et la complexité des écrans et des rapports. Chacune de ces composantes se voit elle aussi attribuer un poids entre 1 (écran basique) et 10 (composantes les plus complexes) et le résultat est la somme de ces points. Cette mesure est nouvelle, facile à utiliser en début de projet et fournit une bonne estimation ce qui explique qu'elle soit utilisée dans de nombreux modèles d'estimation tels que COCOMO II par exemple.

2.2.3.6. Comparaison des différentes méthodes d'estimation de la taille d'un logiciel

Le tableau suivant fait état des avantages et inconvénients de chacune des méthodes d'estimation de la taille d'un projet.

Tableau 12. Récapitulatif des méthodes d'estimation de la taille d'un logiciel (Leung et al., 2000; Trottier, 2000)

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Lines of Code (LOC)	Rapide, simple et peu coûteux	Manque de précision Difficile à estimer avant la fin du projet. Pas de définition universelle du concept de ligne de code Dépend du langage Le codage représente une faible portion de l'effort
Software Sciences	Simple d'utilisation Appropriée pour les petits développements	Difficile à estimer en tout début de projet. De moins en moins utilisé
Function Points	Plus précise que les méthodes relatives à l'envergure ou le contenu du code. Peu être obtenue tôt dans le projet à partir des premières spécifications Indépendante du langage	Nécessite un plus haut niveau de formalisme dans le développement.
Feature Points	Particulièrement adaptée pour les systèmes nécessitant des algorithmes complexes telles que des applications mathématiques ou militaires par exemple.	Nécessite une connaissance approfondie des algorithmes à développer dans le système
Object Points	Simple d'utilisation Réalizable en début de projet Utilisée par COCOMO	Moins précise que les méthodes relatives aux « Function Points »

La taille d'un système est présentée comme le facteur le plus important dans les coûts de développement d'un système traditionnel. Cinq méthodes d'estimation de ce facteur viennent d'être présentées en indiquant pour chacune d'elles leurs faiblesses et leurs avantages. Il apparaît qu'aucune n'est réellement parfaite en toutes circonstances.

2.2.4. Conclusion

Les facteurs liés à l'estimation de l'effort recensés dans les modèles paramétriques ou non et ceux liés à l'estimation de la taille d'un système viennent d'être présentées dans les trois parties précédentes.

Ces facteurs sont issus des méthodes d'estimation de l'effort pour le développement de systèmes traditionnels. L'objectif est de pouvoir les comparer avec ceux qui seront identifiés dans la littérature propre aux implantations de systèmes ERP. Pour ce faire, tous les facteurs ont été regroupés dans un tableau et ordonné selon la typologie proposée par la méthode d'estimation COCOMO (Boehm, 1981; Boehm, 1996). Cette méthode a l'avantage de regrouper ces facteurs sous quatre grandes catégories complémentaires :

1. Facteurs liés au produit.
2. Facteurs liés à la technologie.
3. facteurs liés au personnel.
4. Facteurs liés au projet.

Ce tableau servira de base de comparaison dans la partie suivante au moment de recenser les facteurs utilisés comme paramètres d'entrée dans les méthodes d'estimation propres aux implantations de systèmes ERP.

Tableau 13. Les facteurs utilisés comme paramètres d'entrée dans les modèles d'estimation de l'effort pour le développement de systèmes d'information traditionnels.

Type de facteurs	Facteurs	Références
Facteurs liés au produit	Taille du système : Longueur du code Volume d'espace de stockage Taille de la base de données Nombre d'opérateurs et d'opérandes Langage utilisé	(Halstead, 1977; Albrecht, 1979; Boehm, 1981; Benyahia et al., 1996; Fenton et al., 1997; Pressman, 1997; Leung et al., 2000; Trottier, 2000; Lee et Xia, 2002)
	Complexité du système : Complexité des écrans et des rapports. Complexité des algorithmes Complexité technique Traitement des données partagées	(Wolverton, 1974; Putnam, 1978; Albrecht, 1979; Boehm, 1981; Abdel-Hamid et Madnick, 1991; Benyahia et al., 1996; Jones, 1997; St Pierre et al., 1997; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Qualité du système : Performance Fiabilité requise Intensité d'utilisation Temps de réponse Précision des résultats	(Boehm, 1981; Benyahia et al., 1996; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Spécifications des fonctionnalités du système	(Boehm, 1981; Heemstra, 1992; Putnam et Myers, 1992; Benyahia et al., 1996; Pressman, 1997; Pfleeger, 1998; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Traitements en ligne	(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Réutilisation requise du système	(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Facteurs liés à	Évolution de la technologie : Taux de renouvellement de la technologie Volatilité de la plateforme
Installation et entretien : Facilité d'installation Facilité de fonctionnement		(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)

Type de facteurs	Facteurs	Références
La technologie	Intensité d'utilisation : Fréquence des transactions Nombre d'utilisateurs	(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
Facteurs liés au personnel	Caractéristiques de l'équipe de développement : Compétences des analystes Compétence en programmation Stabilité et fidélité des ressources	(Boehm, 1981; Pressman, 1997; Pfleeger, 1998; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Expérience de l'équipe de développement : Expérience avec la plateforme Expérience avec l'application Expérience avec le langage et les outils	(Boehm, 1981; Pressman, 1997; Pfleeger, 1998; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Compétences des utilisateurs finaux	(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
	Facteurs liés au projet	Contraintes du projet : Date d'échéance du projet. Budget alloué au projet. Coûts des projets passés Budget du client
Niveau général de complexité : Développement sur plusieurs sites		(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
Caractéristiques de l'environnement du projet : Aspect social. Productivité liée à l'environnement de développement.		(Boehm, 1981; Pressman, 1997; Pfleeger, 1998; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
Gestion du changement		(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)
Documentation		(Boehm, 1981; Leung et al., 2000; Trottier, 2000)

2.3. Les facteurs utilisés dans l'estimation de l'effort pour l'implantation de systèmes ERP

Dans cette partie, les facteurs de coûts propres aux implantations ERP vont être recensés grâce à la littérature spécialisée. Afin de les valider, une comparaison sera effectuée avec les facteurs de risque pour les projets d'implantation de progiciels intégrés recensés à ce jour.

2.3.1. Les facteurs recensés dans la littérature

La littérature spécialisée permet d'identifier plusieurs facteurs qui ont une influence sur l'effort à fournir et indirectement sur les coûts des projets. Dans le texte qui suit, ils seront regroupés selon les quatre catégories précédemment utilisées pour présenter les facteurs de coûts propres aux systèmes traditionnels afin de pouvoir les comparer. Un tableau récapitulatif sera proposé à la fin.

1. Facteurs liés au produit.
2. Facteurs liés à la technologie.
3. facteurs liés au personnel.
4. Facteurs liés au projet.

2.3.1.1. Facteurs liés au produit

Les projets ERP nécessitent un effort majeur en réingénierie des processus et se caractérisent par une longue période de configuration (Markus et al., 2000).

Les systèmes ERP impliquent généralement une réingénierie des processus dans laquelle les utilisateurs devront eux même s'investir (Parr et al., 1999). De plus, sur le montant total que représente le marché des ERP, 30% sont attribuables au coût du logiciel et le reste est consacré à l'implantation et à l'effort de réingénierie (Barki et al., 2002). Cet effort semble indispensable lorsqu'on parle de systèmes ERP : négliger les efforts de réingénierie, cela signifie s'exposer inévitablement à des dépenses supplémentaires au-delà du budget prévu. (Mabert et al., 2003).

Les efforts à consacrer à la réingénierie peuvent dépendre de beaucoup de facteurs. En fonction du nombre de modules que l'entreprise prévoit d'implanter, l'ampleur de la réingénierie peut varier sensiblement (Holland et al., 1999; Brown, 2001; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003). De même le nombre de sites peut avoir une influence sur l'effort à y consacrer (Gattiker et Goodhue, 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble, Haft et Umble, 2003). Enfin, l'effort de réingénierie peut dépendre de la complexité de la structure organisationnelle (Zrimsek et al., 2001). Ceci conclut les propos relatifs à l'effort de réingénierie.

Concernant la période de configuration, plusieurs éléments sont à considérer. Cette catégorie de coûts est la plus spécifique aux systèmes ERP. Elle inclut la configuration du logiciel, la personnalisation des interfaces et la gestion des rapports personnalisés. C'est ce qui confère au logiciel sa principale caractéristique : l'intégration (Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Summer, 2000; Pan, Newel, Huang et Cheung, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Al-Mashari, A. et Zairi, 2003).

La configuration est le propre de tout ERP car la solution vient sous forme d'un « package » basé sur les meilleures pratiques d'affaires. Lors d'un processus d'implantation, les experts fonctionnels se consacrent à l'adaptation du logiciel aux

pratiques d'affaires de l'entreprise (Cooke et al., 1998; Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Holland et al., 1999; Gattiker et al., 2000; Markus, Tanis et Van Fenema, 2000; Pan et al., 2001; Barki et al., 2002; Al-Mashari et al., 2003; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003).

La personnalisation des interfaces permet aux utilisateurs de se retrouver dans un environnement familier et ainsi favoriser leur intention d'utiliser le système. Cette opération peut s'avérer longue et délicate dans la mesure où il s'agit de définir les besoins de chaque groupe d'utilisateurs et de concevoir le produit final en modifiant des paramètres dans le système (Stedman, 1999; Willis et al., 2001).

La création des rapports est souvent le processus qui fait le plus appel à des modifications dans le système. Selon le secteur dans lequel l'entreprise évolue, il est fort probable qu'il n'existe aucun rapport paramétrable dans le ERP. Dans ce cas, les experts fonctionnels se doivent de traduire les besoins des utilisateurs en spécifications techniques afin que les dits rapports voient le jour (Zrimsek et al., 2001). Si les besoins sont tellement spécifiques qu'il n'existe aucun paramètre configurable prévu à cet effet alors les programmeurs devront aller modifier le code. C'est la chose la plus coûteuse et la plus laborieuse à faire dans la mesure où la modification du code est une chose extrêmement délicate (Cooke et al., 1998; Chang, Gable, Smythe et Timbrell, 2000; Gattiker et al., 2000; Mabert et al., 2003). Utiliser des stratégies accélérées d'implantation, limiter les efforts de réingénierie et faire des modifications majeures au système sont des sources de dépassements de budget (Cooke et al., 1998; Chang et al., 2000; Gattiker et al., 2000; Mabert et al., 2003). Elles requièrent des programmeurs spécialisés qui devront documenter chacun de leurs changements et travailler en étroite collaboration afin de ne pas perturber d'autres aspects du système. Il est à noter que certains fournisseurs émettront de réserves quant à la garantie du bon fonctionnement du système si le code est modifié.

L'effort à fournir pour cette activité de configuration et de personnalisation dépend bien évidemment de l'écart entre les meilleures pratiques d'affaires du logiciel et celles appliqués par le client. D'autre part, elle peut être influencée par le nombre de rapports à

configurer, le nombre et la complexité des interfaces, la capacité des designers et des experts fonctionnels à fournir de bonnes spécifications, les compétences des développeurs et le nombre de sites visés par l'implantation. (Zrimsek et al., 2001).

À noter qu'il est courant que les coûts de maintenance soient de l'ordre de 12 à 20% des frais annuels de licence. Cela signifie que si les frais représentent 100 000 et que le taux associé à la maintenance est de 15% alors le coût initial d'achat aura doublé en 6 ans (Buttler, 1999). Ceci conclut la description des facteurs de coûts propre au produit.

2.3.1.2. Facteurs liés à la technologie

La conversion des données est une étape critique dans la mise en place d'un progiciel de gestion intégrée (Markus et al., 2000).

Lorsqu'un nouveau système est implanté, il faut le peupler avec les données contenues dans les anciens systèmes. Pour ce faire, il faut analyser les données à extraire (Markus et al., 2000; Willis et al., 2001), les formater selon les standards du nouvel hôte et enfin effectuer le transport physique. C'est ce qu'on appelle le processus de conversion des données (Brown et Vessey, 1999; Chang et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001).

L'effort à consacrer à cette étape est dépendant du nombre de tables à peupler et le volume d'historique à convertir (Zrimsek et al., 2001), de la qualité des anciens systèmes (ou legacy systems) (Holland et al., 1999; Summer, 2000; Pan et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003). D'autre part, le mécanisme de conversion peut lui aussi avoir un impact sur les coûts associés à cette opération (Zrimsek et al., 2001). Même si une partie du processus peut être effectué automatiquement, il n'en demeure pas moins qu'il est parfois inévitable de finir certains transferts de façon manuelle. Cette opération devient alors longue et coûteuse.

Ceci conclut la description des facteurs propres à la technologie.

2.3.1.3. Facteurs liés au personnel

La littérature spécialisée dans ce domaine nous permet de dégager deux grandes catégories de facteurs : ceux reliés aux besoins en termes de personnel (interne et externe) et ceux reliés à la formation des usagers.

Pendant une implantation de systèmes ERP, ce sont des dizaines de personnes qui doivent apprendre à travailler ensemble. Chacun connaît son rôle et on peut distinguer parmi ceux là : les personnes faisant partie du « steering committee » ou comité de direction, les propriétaires de processus, les super utilisateurs, les consultants fonctionnels, le personnel technique, les formateurs et les agents de changement (Zrimsek et al., 2001).

Parmi tout ce personnel, certains viendront de l'interne et seront dégagés de leurs tâches quotidiennes pour s'impliquer dans le projet (Cooke et al., 1998; Davenport, 1998; Al-Mashari et al., 2003; Fox, 2003). Leur coût respectif est imputé de façon partielle au projet dans la mesure où ils consacrent une partie variable de leur temps au projet. Il y a plusieurs problèmes associés à ce phénomène. Tout d'abord, il faut s'assurer de la disponibilité et la compétence des ressources à l'interne (Bingi et al., 1999; Reich & Benbasat, 1990). Dans certains cas, il faudra procéder à du recrutement afin de palier aux manques de ressources (Bingi et al., 1999; Markus et al., 2000; Pan et al., 2001). Une fois les rangs complets, il faudra s'assurer de la bonne répartition des ressources afin de garantir une efficacité optimale (Cooke et al., 1998; Markus et al., 2000; Sarker, 2000; Summer, 2000; Willis et al., 2001). Une fois expérimentées et formées, les ressources ont pris de la valeur et peuvent être tentées de quitter l'organisation pour saisir des offres plus intéressantes. En prévision de ce phénomène, les chercheurs ont bien mis en évidence la nécessité de prévoir des dépenses liées au coût de rétention du personnel (Cooke et al., 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999; Willis et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003).

Si certaines seront extraites des rangs de l'organisation, d'autres ressources viendront de l'externe. La plus grosse partie d'entre elles sera composée de consultants. Ils jouent un rôle majeur tout au long du projet et leur coût est à prendre en considération dès le début (Bingi et al., 1999; Stedman, 1999; Chang et al., 2000; Brown, 2001; Pan et al., 2001;

Willis et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003; Fox, 2003). À titre d'information, un consultant avec une année d'expérience en SAP gagne environ 70 000\$ et cela peut monter au-delà de 200 000\$ pour un consultant avec plus de 5 ans d'expérience (Bingi et al., 1999). Il arrive fréquemment que les consultants restent encore plusieurs semaines même après la fin de l'implantation car l'entreprise n'a pas encore acquis l'expérience nécessaire pour être autonome (Willis et al., 2001). Le total des coûts associés aux consultants peut représenter de deux à dix fois le coût initial du logiciel (Doane, 1997).

Enfin, toutes ces ressources se doivent de recevoir la formation adéquate (Bancroft, Seip et Sprengel, 1998; Cooke et al., 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999; Summer, 2000; Brown, 2001; Pan et al., 2001; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003). Il existe différentes catégories de candidats à la formation : les utilisateurs finaux, les super utilisateurs, les membres de l'équipe de projets, etc....

En résumé, la gestion des ressources humaines dans un projet d'implantation représente une catégorie de coûts très importante et qui est manifestement délicate à gérer d'autant plus qu'elle peut elle aussi dépendre du nombre de modules implantés ainsi que du nombre de sites visés.

La formation et les interfaces utilisateurs sont des coûts cachés et souvent sous-estimés (Stedman, 1999). Il y a trois types de formation à pourvoir dans un projet d'implantation de ERP. Il s'agit de la formation de l'équipe de projet, celle des formateurs et celle des utilisateurs finaux (Bancroft et al., 1998; Cooke et al., 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999; Stedman, 1999; Summer, 2000; Brown, 2001; Pan et al., 2001; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003).

La formation de l'équipe de projets consiste à fournir au personnel les compétences requises pour effectuer leurs tâches au sein du développement (Markus et al., 2000; Pan et al., 2001). La quantité de formation nécessaire peut dépendre du nombre de modules à implanter, la qualité du matériel de formation et la disponibilité des candidats.

La formation des formateurs vise, quant à elle, à délivrer à l'entreprise cliente un certain nombre de membres de l'organisation qui deviendront instructeurs. Cette méthode permet

de réduire les coûts associés à tout le processus de formation. L'effort à consacrer à cette activité dépend du nombre d'utilisateurs finaux, le nombre de modules à maîtriser, la disponibilité des candidats ainsi que la présence ou non de plusieurs sites d'implantation.

Enfin la formation des utilisateurs finaux est primordiale pour assurer le succès d'une telle implantation (Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999; Markus et al., 2000; Al-Mashari et al., 2003). Elle sera effectuée tout au long du projet par petits groupes afin de faciliter l'assimilation des connaissances. L'effort à fournir pour cette activité dépend bien évidemment de tous les critères cités plus haut : qualité du matériel de formation, nombre d'utilisateurs, nombre de jours par session, la disponibilité des utilisateurs, le nombre de modules, le nombre de sites mais aussi le niveau de connaissance préalable des candidats.

Ceci conclut la description des facteurs propres au personnel.

2.3.1.4. Facteurs liés au projet

La littérature spécialisée permet de dégager deux champs de facteurs spécifiques au projet : la gestion de projet et le déploiement sur les sites d'implantations.

La gestion de projet est par définition une activité transversale tout au long de l'implantation et elle revêt différentes facettes (Bancroft et al., 1998; Cooke et al., 1998; Markus et al., 2000; Summer, 2000; Al-Mashari et al., 2003). Elle peut aussi bien inclure la communication (Bancroft et al., 1998; Holland et al., 1999; Summer, 2000; Brown, 2001; Al-Mashari et al., 2003), la méthodologie (Holland et al., 1999; Mabert et al., 2003) l'approche choisie (Cooke et al., 1998; Boudreau et Robey, 1999; Brown, 2001; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003). La communication est considérée comme 3^{ième} facteur de succès le plus important (Parr et al., 1999).

L'estimation de l'effort relative à cette catégorie de coûts est soumise à différents facteurs tels la variabilité de l'étendue du projet c'est-à-dire les changements d'objectifs pendant l'implantation (Cooke et al., 1998; Parr et al., 1999), le contexte politique (Chang et al.,

2000; Barki et al., 2002), le nombre de modules (Holland et al., 1999; Brown, 2001; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Mabert et al., 2003), le nombre de sites d'implantation (Umble et al., 2003; Willis et al., 2001; Markus et al., 2000; Holland et al., 1999; Gattiker et al., 2000), la durée du projet et la présence ou non de sites à l'étranger (Zrimsek et al., 2001).

S'il existe plusieurs sites d'implantation, trois stratégies se retrouvent fréquemment (Markus et al., 2000) :

1. Coordination des opérations au niveau d'un centre de direction : intéressant quand on peut faire des économies d'échelle au niveaux des achats.
2. Coordination en réseau : idéale quand les entités sont aussi des clientes les unes des autres.
3. Centralisation totale : idéale quand l'entreprise est contrainte de montrer une image unique à sa clientèle dans le monde entier.

En plus, il est nécessaire de mentionner l'indispensable gestion du changement qui doit être opérée tout au long de l'implantation (Davenport, 1998; Markus et al., 2000; Barki et al., 2002; Motwani, Mirchandani, Madan et Gunasekaran, 2002; Al-Mashari et al., 2003; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003). Elle inclut le support de la haute direction (Bingi et al., 1999; Brown, 2001) et la propension ou capacité de l'entreprise à changer, appelée en anglais « readiness for change » (Cooke et al., 1998; Holland et al., 1999; Parr et al., 1999).

Le déploiement du projet est une activité critique dans tous les projets d'implantation (Markus et al., 2000). L'estimation de l'effort relative à cette catégorie peut être influencées par différents facteurs tels le nombre de sites (Helmer, 1996; Holland et al., 1999; Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003), l'efficacité de la gestion du changement (Davenport, 1998; Markus et al., 2000; Barki et al., 2002; Motwani et al., 2002; Al-Mashari et al., 2003; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003), la durée de transition entre l'ancien et le nouveau système et la qualité du support après le « GO LIVE » (Zrimsek et al., 2001).

Ceci conclut la description des facteurs liés au projet. Voici un tableau récapitulatif des facteurs propres aux implantations ERP.

Tableau 14. Les facteurs utilisés comme paramètres d'entrée dans les estimations de coûts d'implantation de systèmes ERP

Type de facteurs	Facteurs	Références
Facteurs liés au produit	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
	Nombre de sites	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Complexité de la structure organisationnelle	(Zrimsek et al., 2001)
	Expérience de l'entreprise avec la réingénierie.	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000)
	Nombre et caractéristiques des systèmes existants	(Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Markus et al., 2000; Summer, 2000; Pan et al., 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Al-Mashari et al., 2003)
	Configuration des modules	(Cooke et al., 1998; Davenport, 1998; Holland et al., 1999; Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Pan et al., 2001; Barki et al., 2002; Al-Mashari et al., 2003; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003)
	Personnalisation des interfaces (nombre et	(Cooke et al., 1998; Bingi et al., 1999; Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Stedman,

Type de facteurs	Facteurs	Références
	complexité)	1999; Chang et al., 2000; Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Nombre et type de rapports	(Zrimsek et al., 2001)
	Modification du code	(Cooke et al., 1998; Chang et al., 2000; Gattiker et al., 2000; Mabert et al., 2003)
	Étendue des tests	(Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003)
	Maintenance	(Buttler, 1999)
Facteurs liés à la technologie	Nombre et caractéristiques des systèmes existants	Al-Mashari et al., 2003; Pan et al., 2001; Summer, 2000; Holland et al., 1999;
	Méthode d'analyse des données	(Markus et al., 2000; Willis et al., 2001)
	Mécanisme de conversion des données	(Brown et al., 1999; Chang et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Zrimsek et al., 2001)
	Volume d'historique à convertir	(Zrimsek et al., 2001)
Facteurs liés au personnel	Rétention	(Cooke et al., 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999; Willis et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003)
	Répartition équilibrée des ressources	(Cooke et al., 1998; Parr et al., 1999; Markus et al., 2000; Sarker, 2000; Summer, 2000; Willis et al., 2001; Mabert et al., 2003)
	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
	Capacité à mobiliser	(Cooke et al., 1998; Davenport, 1998; Bingi et

Type de facteurs	Facteurs	Références
	des employés de l'interne	al., 1999; Al-Mashari et al., 2003; Fox, 2003)
	Recrutement	(Bingi et al., 1999; Markus et al., 2000; Pan et al., 2001)
	Service de consultation	(Bingi et al., 1999; Stedman, 1999; Chang et al., 2000; Brown, 2001; Pan et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003; Fox, 2003)
	Nombre d'utilisateurs finaux	(Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999; Markus et al., 2000; Al-Mashari et al., 2003)
	Nombre de membre dans l'équipe de projet	(Parr et al., 1999; Markus et al., 2000)
	Niveau de connaissance des candidats	(Zrimsek et al., 2001)
	Qualité du matériel de formation	(Zrimsek et al., 2001)
	Nombre de sites	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Compétences des développeurs	(Zrimsek et al., 2001)
Facteurs liés au projet	Nombre de sites	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Étendue du réseau de communication	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Summer, 2000; Al-Mashari et al., 2003)
	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
	Sélection du fournisseur	(Al-Mashari et al., 2003)
	Outil de développement	(Parr et al., 1999)

Type de facteurs	Facteurs	Références
	Méthodologie d'implantation	(Cooke et al., 1998; Boudreau et al., 1999; Holland et al., 1999; Markus et al., 2000; Brown, 2001; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003)

2.3.2. Validation des facteurs de coûts recensés à l'aide des facteurs de risques en implantation de progiciels de gestion intégrée

En 2002, J.G Bernard a étudié la mesure du risque lors d'un projet d'implantation de progiciels de gestion intégrée. Cela consistait principalement à tester les relations d'influence entre onze facteurs de risques et cinq conséquences indésirables. Pour ce faire, l'auteur a procédé à une vaste revue de littérature⁸, des entretiens avec onze experts⁹ et l'étude de 57 cas.

Tableau 15. Récapitulatif des facteurs de risque, des conséquences indésirables et des liens de l'instrument de mesure final (Bernard, 2002)

Facteurs de risque	Conséquences indésirables				
	Dépassement du Budget	Dépassement de l'échéancier	Mauvaise qualité technique du système	Mauvaises fonctionnalités du système	Insatisfaction des utilisateurs (face au système et face au changement)
Nouveauté Technologique	X	X	X		
Taille du Projet	XX	XX			
Expertise interne	XX	XX	X	X	X
Complexité du système	XX	XX			
Complexité du processus	X	X			X
Environnement organisationnel	X	XX			XX
Qualité du progiciel	X	X	XX		XX
Inadéquation des processus				XX	XX
Qualité du support de l'éditeur			X	X	
Expertise et culture de l'intégrateur	XX	XX	X	X	X

Légende :

X : présence d'un lien d'influence entre la conséquence indésirable et le facteur de risque.

XX : lien jugé prédominant (mentionné par plus de neuf experts).

⁸ Développement de systèmes d'information sur mesure, Implantation de progiciels de gestion intégrée, Réingénierie des processus d'affaires, Impartition et risque contractuel et gestion de projet.

⁹ Plus de 5 ans d'expérience en moyenne et plus de deux projets en moyenne.

Ces résultats sont particulièrement intéressants dans la mesure où ils identifient des facteurs qui ont une influence sur les dépassements budgétaires. Afin de comprendre l'intensité relative des liens entre ces facteurs et les dépassements budgétaires, les détails des résultats d'entrevue sont présentés ci-dessous :

Tableau 16. Dépassement de budget – Compilation des liens identifiés par les gestionnaires de projets (Bernard, 2002).

Facteurs de risque	Nombre d'experts ayant mentionné ce lien
Taille du Projet	10
Expertise interne	9
Complexité du système	9
Caractéristiques de l'intégrateur	9
Nouveauté Technologique	8
Complexité du processus	7
Environnement organisationnel	6
<i>Qualité du progiciel</i>	5
<i>Environnement de la transaction</i>	4
<i>Inadéquation des processus</i>	3
<i>Caractéristiques de l'éditeur</i>	3

Selon l'auteur, un lien est significatif s'il a été identifié par la majorité des experts soit six sur onze (Bernard, 2002). Ces résultats confirment la prédominance du facteur de la taille du projet. La nouveauté technologique a un impact significatif car il est parfois difficile pour les gestionnaires d'évaluer l'impact d'un changement majeur de l'infrastructure technologique (Bernard, 2002). De même la complexité du système a un lien significatif : le développement d'interfaces entre les « legacy systems » et les progiciels sont souvent à l'origine d'augmentation des coûts. Plus il y a d'interfaces à développer, plus les risques sont grands et plus les coûts sont élevés (Bernard, 2002).

À ce stade, des facteurs de coûts ont été recensés (voir partie 2.3) et des facteurs de risque ayant une influence sur le dépassement de budget ont été identifiés. Vérifier l'adéquation entre les facteurs de coûts et les facteurs de risque permettrait de valider la légitimité des facteurs de coûts recensés. Pour ce faire, il faut vérifier que chaque facteur de coûts recensé se retrouve bien parmi les facteurs de risque. Si ce n'est pas le cas, alors il faut démontrer qu'il ne s'y trouve pas car ce n'est pas un facteur de risque, c'est-à-dire qu'il ne varie pas et qu'on peut ainsi en déterminer la valeur sans risque. Réciproquement, il faut vérifier si chaque facteur de risque se retrouve parmi les facteurs de coûts. Si ce n'est pas le cas, alors il faut démontrer que ce facteur de risque n'a pas d'influence sur les coûts.

Afin de mieux cerner la signification de chaque facteur de risque, voici les variables qui influencent chacun d'entre eux.

Tableau 17. Variables des facteurs de risque inclus dans l'instrument de mesure final (Bernard, 2002) (p.171).

<p>Complexité des processus de l'organisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Complexité des tâches ▪ Spécificité des processus ▪ Interdépendances des processus ▪ Standardisation (problèmes de mesure) ▪ Formalisation (problèmes de mesure) 	<p>Qualité du support de l'éditeur</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stabilité financière de l'éditeur ▪ Manque d'expérience et d'expertise de l'éditeur avec l'implantation de PGI ▪ Manque d'expérience et d'expertise avec les processus ▪ Taille de l'éditeur
<p>1. Taille du projet</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre de fournisseurs de matériel informatique ▪ Nombre d'éditeurs de progiciels de gestion intégrée ▪ Nombre d'utilisateurs à l'extérieur de l'organisation ▪ Nombre d'utilisateurs dans l'organisation ▪ Nombre de personnes au sein de l'équipe d'implantation ▪ Taille relative du projet ▪ Diversité de l'équipe ▪ Nombre de niveaux hiérarchiques occupés par les utilisateurs ▪ Nombre d'unités d'affaires impliquées ▪ Nombre de modules implantés 	<p>Nouveauté technologique</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Besoin en nouveau matériel informatique ▪ besoin en nouveaux logiciels ▪ Étendue du changement apporté au réseau ▪ Étendue du changement apportée aux données ▪ Étendue du changement apporté au matériel informatique ▪ Étendue du changement apporté à l'environnement logiciel
<p>Expertise interne</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque d'expertise en implantation de PGI au sein de l'équipe ▪ Manque d'expertise de l'équipe avec le PGI ▪ Manque d'expertise de l'équipe avec les processus de l'organisation ▪ Manque d'expertise générale ▪ Manque d'expérience et de support des utilisateurs ▪ Manque d'expertise de l'organisation avec les technologies de l'information ▪ Manque d'expertise et d'expérience de l'organisation avec la gestion des contrats ▪ Manque de représentation inter fonctionnelle au sein de l'équipe ▪ Dépendance envers des utilisateurs clés 	<p>Environnement organisationnel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampleur des changements apportés par le système ▪ Insuffisance des ressources ▪ Intensité des conflits ▪ Manque de clarté dans la définition des rôles ▪ Niveau de dispersion géographique ▪ Niveau de coopération interdépartementale ▪ Niveau de spécialisation fonctionnelle ▪ Niveau de centralisation verticale de la prise de décision ▪ Manque d'engagement de l'équipe de projet ▪ Manque d'engagement de la haute direction ▪ Niveau de croissance organisationnelle
<p>Complexité du système</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Complexité technique ▪ Nombre d'interfaces avec des systèmes existants ▪ Nombre d'interfaces de futurs systèmes 	<p>Complexité du système</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Complexité technique ▪ Nombre d'interfaces des systèmes existants ▪ Nombre d'interfaces avec de futurs systèmes
<p>Inadéquation entre le processus du progiciel et les processus visés par l'organisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampleur de l'écart dans les fonctionnalités ▪ Ampleur de l'écart dans les extrants du système 	<p>Expertise et culture de l'intégrateur</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Manque d'expérience et d'expertise de l'intégrateur avec l'implantation de PGI ▪ Manque d'expérience et d'expertise avec les processus ▪ Mauvaise adéquation culturelle avec l'intégrateur.

Dans le tableau suivant, les facteurs de coûts ont été regroupés afin de vérifier leur concordance avec les facteurs de risques recensés précédemment.

Tableau 18. Adéquation entre les facteurs de coûts et les facteurs de risque (Bernard, 2002)

Facteurs de risque identifiés Par Bernard (2002)	Facteurs de coûts Identifiés (2.2.3)
Taille du Projet	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre de modules ▪ Nombre de sites ▪ Nombre et caractéristiques des systèmes existants ▪ Nombre et d'interfaces utilisateurs ▪ Nombre de rapports ▪ Volume d'historique à convertir
Expertise interne	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expérience de l'entreprise avec la réingénierie ▪ Compétences et disponibilité ▪ Rétention ▪ Capacité à mobiliser des employés de l'interne ▪ Recrutement ▪ Formation des utilisateurs ▪ Formation de l'équipe de projet
Complexité du système	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Complexité des interfaces utilisateurs ▪ Complexité des rapports
Caractéristiques de l'intégrateur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Compétences et disponibilité ▪ Services de consultation ▪ Niveau de connaissance préalable des candidats ▪ Qualité du matériel de formation ▪ Compétences des développeurs ▪ Outils de développement ▪ Méthodologie d'implantation
Nouveauté Technologique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Méthode d'analyse des données ▪ Mécanisme de conversion des données ▪ Infrastructure pour la Communication
Complexité du processus	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réingénierie
Environnement organisationnel	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Complexité de la structure organisationnelle ▪ Contexte politique

Facteurs de risque identifiés Par Bernard (2002)	Facteurs de coûts Identifiés (2.2.3)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Support de la haute direction ▪ Capacité à changer ▪ Résistance au changement
<i>Qualité du progiciel</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Étendue des tests ▪ Maintenance
<i>Inadéquation des processus</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Configuration des modules ▪ Personnalisation des interfaces ▪ Modification du code
<i>Caractéristiques de l'éditeur</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Service de consultation ▪ Qualité du matériel de formation ▪ Sélection du fournisseur

Tous les facteurs de coûts ont pu être associés de façon logique avec un ou l'autre des facteurs de risques, excepté le facteur suivant « Variabilité de l'étendue du projet ». Si on ne peut pas le placer directement dans le tableau précédent, c'est parce que ce facteur dépend de plusieurs variables qui sont déjà incluses dans le tableau. En effet, changer d'objectifs en cours de projet, cela peut être dû à différentes raisons comme l'augmentation du nombre d'employés pendant l'implantation, la décision d'ajouter ou retirer un module ou tout simplement de plus implanter le logiciel sur un des sites prévus dans le projet initial. Il s'agit bien d'un élément qui comporte du risque en soi dans la mesure où on ne peut pas prédire en avance la probabilité qu'il se produise ni même ses conséquences.

Cette partie vient de confirmer la légitimité des facteurs de coûts recensés dans la littérature.

2.3.3. Conclusion

Ceci conclut l'étude de la revue de littérature sur les variables de coûts associées à l'implantation d'un système ERP. À l'aide de la littérature spécialisée et d'une étude sur les facteurs de risques en implantation ERP, tous les facteurs de coûts ont été recensés et validés.

La partie suivante organise ces facteurs de coûts en catégories de coûts.

2.4. Les catégories de coûts

Il n'existe pas vraiment de modèle connu et validé pour organiser les facteurs de coûts en implantation des systèmes ERP. La plupart des études à ce sujet, et particulièrement les études empiriques, se contentent d'énumérer une liste de facteurs ayant influencés le coût total du projet sans jamais vraiment expliquer les relations entre ces facteurs. Il existe cependant un cabinet de conseil (Gartner Group) qui a produit un rapport identifiant dix étapes pour estimer le coût des implantations ERP. Celle-ci fait état de plusieurs catégories de coûts. La partie suivante se propose de justifier le bien fondé de chacune des catégories de coûts puis d'y associer chacun des facteurs recensés jusqu'à présent.

2.4.1. Légitimité de l'étude de Zrimsek et al. (2001)

Il existe différents passages dans la littérature qui relatent l'estimation des coûts dans le cadre de projets ERP. L'étude de Zrimsek en 2001 est la seule étude recensée à ce jour qui tente d'estimer les coûts et la durée d'implantation des systèmes ERP. Ce qui est particulièrement intéressant dans cette recherche, c'est que les auteurs ont identifié sept grandes catégories de coûts (Zrimsek et al., 2001) :

Tableau 19. Catégories de coûts reliés à l'implantation de systèmes ERP (Zrimsek et al., 2001).

-
- Réingénierie des processus.
 - Besoin en personnel à l'interne et à l'externe.
 - Conversion des données.
 - Développement des interfaces et personnalisation des fonctionnalités.
 - Formation des utilisateurs finaux.
 - Gestion de projet.
 - Implantation pilote et déploiement sur les autres sites.
-

Ces choix semblent légitimes si on compare ces catégories avec les catégories précédemment identifiées. En 1979, King et Schrems faisaient paraître une typologie des coûts de développement d'un logiciel. Afin de justifier le bien-fondé de l'étude de Zrimsek et al. en 2001, voici un tableau qui montre qu'il est possible d'associer chacun de ces facteurs de coûts identifiés en 1979 à une catégorie de coûts identifiée en 2001.

Tableau 20. Justification des catégories de coûts (Leslie King et Schrems, 1978; Zrimsek et al., 2001)

Sept catégories de coûts (Zimmerman, 1999; Zrimsek et al., 2001)	Catégories de coûts recensées par (Leslie King et al., 1978)
Réingénierie des processus	Coût d'interaction avec les utilisateurs pendant le processus de développement Coût de la collecte de données
Besoin en personnel à l'interne et à l'externe	Coûts de consultation Coût du recrutement Coût des perturbations causées dans le reste de l'organisation Coût du personnel pour la gestion de la mise en place du projet Coût du personnel extrait de l'organisation à l'interne Coût du personnel impliqué dans la planification du projet
Conversion des données	Coût des logiciels
Développement des interfaces et personnalisation des fonctionnalités	Coût du système d'exploitation Coût des logiciels Coût des modifications du logiciel pour s'adapter aux conditions spécifiques Coût d'interaction avec les utilisateurs pendant le processus de développement
Formation des utilisateurs finaux.	Coût de formation du personnel à l'utilisation des applications
Gestion de projet.	Coût du capital Coût de l'installation de l'équipement de communication Coût de gestion du développement Entretien du matériel Charges (électricité, téléphones, etc....) Dépréciation du matériel.
Implantation pilote et déploiement sur les autres sites.	Coût actuel de l'achat ou de la location de matériel Coût de l'installation des équipements Coût de modification des installations Coût de la préparation de la documentation

L'étude de Zrimsek et al. prend comme hypothèse que la sélection du logiciel auprès d'un fournisseur a déjà été effectuée. Pour la suite du texte, la démarche proposée consiste à

définir chacune des catégories ci-dessus et de les illustrer à l'aide de facteurs qui influencent les coûts que la dite catégorie représente.

2.4.2. Regroupement des facteurs de coûts en catégories de coûts

Le tableau suivant présente la répartition des facteurs de coûts selon la catégorie de coûts à laquelle ils appartiennent. Certaines catégories de coûts proposées par Zrimsek et al. en 2001 ont été fusionnées car elles présentaient des caractéristiques communes. De ce fait, la catégorie « conversion des données » et celle de « développement » ont été fusionnées pour donner celle de « Réalisation ». De même, les catégories de « besoin en personnel » et celle de « Formation des utilisateurs finaux » ont été fusionnées pour donner celle de « Personnel ». Enfin les catégories de « gestion de projet » et « déploiement » ont été réduite à « gestion de projet ».

Ces changements reflètent les résultats des recherches aussi bien dans le domaine des systèmes traditionnels que celui des systèmes ERP qui avaient elles aussi regroupé leurs facteurs en quatre catégories (voir partie 2.2 et 2.3).

1. Réingénierie des processus.
2. Personnel
3. Réalisation
4. Gestion de projet

Tableau 21. Synthèse des catégories de coûts (ERP).

RÉINGÉNIÉRIE DES PROCESSUS (1)		
Sous catégories de coûts	Facteurs de coûts	Références
Réingénierie des processus	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
	Nombre de sites	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Complexité de la structure organisationnelle	(Zrimsek et al., 2001)
	Expérience de l'entreprise avec la réingénierie.	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000)

PERSONNEL (2)		
Sous catégories de coûts	Facteurs de coûts	Références
Ressources internes	Rétention	(Cooke et al., 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999; Willis et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003)
	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
	Capacité à mobiliser des employés de l'interne	(Cooke et al., 1998; Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Markus et al., 2000; Sarker, 2000; Summer, 2000; Willis et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003; Fox, 2003)
Ressources externes	Recrutement	(Bingi et al., 1999; Markus et al., 2000; Pan et al., 2001)
	Service de consultation	(Bingi et al., 1999; Stedman, 1999; Chang et al., 2000; Brown, 2001; Pan et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003; Fox, 2003)
	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
Équipe de projet	Répartition équilibrée des ressources	(Cooke et al., 1998; Parr et al., 1999; Markus et al., 2000; Sarker, 2000; Summer, 2000; Willis et al., 2001; Mabert et al., 2003)
Formation	Nombre d'utilisateurs finaux	(Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Parr et al., 1999;

PERSONNEL (2)		
		Markus et al., 2000; Al-Mashari et al., 2003)
	Nombre de membres de l'équipe de projet	(Parr et al., 1999; Markus et al., 2000)
	Niveau de connaissance préalable des participants	(Zrimsek et al., 2001)
	Qualité du matériel de formation	(Zrimsek et al., 2001)
	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
	Nombre de sites	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)

RÉALISATION (3)		
Sous catégories de coûts	Facteurs de coûts	Références
Analyse et conversion des données	Nombre et caractéristiques des systèmes existants	Al-Mashari et al., 2003; Pan et al., 2001; Summer, 2000; Holland et al., 1999;
	Méthode d'analyse des données	(Markus et al., 2000; Willis et al., 2001)
	Mécanisme de conversion des données	(Brown et al., 1999; Chang et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Zrimsek et al., 2001)
	Volume d'historique à convertir	(Zrimsek et al., 2001)
Intégration	Nombre et caractéristiques des systèmes existants	(Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Markus et al., 2000; Summer, 2000; Pan et al., 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Al-Mashari et al., 2003)
	Configuration des modules	(Cooke et al., 1998; Davenport, 1998; Holland et al., 1999; Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Pan et al., 2001; Barki et al., 2002; Al-Mashari et al., 2003; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003)
	Personnalisation des interfaces (nombre et complexité)	(Cooke et al., 1998; Bingi et al., 1999; Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Stedman, 1999; Chang et

RÉALISATION (3)		
		al., 2000; Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Nombre et type de rapports	(Zrimsek et al., 2001)
	Modification du code	(Cooke et al., 1998; Chang et al., 2000; Gattiker et al., 2000; Mabert et al., 2003)
	Nombre de sites	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Étendue des tests	(Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Al-Mashari et al., 2003)
	Compétences des développeurs	(Zrimsek et al., 2001)
	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
	Nombre de sites	(Zrimsek et al., 2001)
Matériel et logiciels	Hardware	(Abdel-Hamid et al., 1991; Davenport, 1998; Parr et al., 1999; Stedman, 1999; Pan et al., 2001; Fox, 2003)
	Coût du logiciel - licences	(Barki et al., 2002)
	Maintenance	(Buttler, 1999)

GESTION DE PROJET (4)		
Sous catégories de coûts	Facteurs de coûts	Références
Coordination	Nombre de sites	(Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000; Willis et al., 2001; Umble et al., 2003)
	Étendue du réseau de communication	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Summer, 2000; Al-Mashari et al., 2003)
	Nombre de modules	(Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Francalanci, 2001; Willis et al., 2001; Barki et al., 2002; Mabert et al., 2003)
Stratégie	Sélection du fournisseur	(Al-Mashari et al., 2003)
	Méthodologie d'implantation	(Cooke et al., 1998; Boudreau et al., 1999; Holland et al., 1999; Parr et al., 1999; Markus et al., 2000; Brown, 2001; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003)
	Outil de développement	(Parr et al., 1999)
	Contexte politique	(Markus, 1983; Chang et al., 2000; Barki et al., 2002)
Gestion du changement	Variabilité de l'étendue du projet	(Cooke et al., 1998; Parr et al., 1999)
	Support de la haute direction	(Davenport, 1998; Bingi et al., 1999; Brown et al., 1999; Motwani et al., 2002; Al-Mashari et al., 2003)
	Capacité de l'organisation à changer	(Cooke et al., 1998; Holland et al., 1999; Parr et al., 1999)
	Résistance au changement	(Davenport, 1998; Markus et al., 2000; Barki et al., 2002; Motwani et al., 2002; Mabert et al., 2003; Umble et al., 2003)

2.5. Attribution de la méthode d'estimation la plus adaptée à chacune des catégories de coûts.

Les parties précédentes ont expliqué en détails les caractéristiques de plusieurs méthodes d'estimation des coûts (cf. Tableaux 3 et 6). En outre, le recensement des facteurs de coûts et leur étude ont permis d'identifier quatre grandes catégories (cf. Tableau 19). La partie suivante propose d'attribuer la méthode d'estimation la plus « adaptée » à chacune des catégories identifiées. Une méthode est qualifiée d'« adaptée » lorsque pour une catégorie donnée, l'information requise est disponible. Chaque méthode demande plus ou moins d'informations. Par exemple, la méthode par jugement expert exige peu d'information comparée à la méthode par régression linéaire. La méthode par analogie se situe à un niveau intermédiaire.

Les quatre paragraphes suivants et le tableau de synthèse reflètent des jugements du chercheur et les propos avancés seront validés ou invalidés lors de l'analyse des résultats.

La catégorie Réingénierie des processus (1) regroupe des facteurs tels la complexité de la structure organisationnelle (Zrimsek et al., 2001) et l'expérience passée de l'entreprise avec la réingénierie (Gattiker et al., 2000; Markus et al., 2000). Ces facteurs intangibles sont difficilement quantifiables : la notion de complexité organisationnelle dépend elle-même de plusieurs facteurs parmi lesquels figurent le nombre de départements ou le nombre de ressources impliquées dans chacun des processus, le nombre de processus lui-même et le nombre de sites (Markus et al., 2000). Pour ce faire, l'approche par « Jugement Expert » semblerait la plus appropriée dans la mesure où ces facteurs pourraient être évalués soit à la suite d'estimations individuelles ramenées à une moyenne soit par la méthode du consensus (Boehm, 1981). Dans les deux cas, les spécialistes peuvent se référer à leurs expériences passées pour pondérer les facteurs associés aux conditions locales. Plus le nombre d'experts consultés est grand, plus la méthode est performante, c'est-à-dire que l'estimation finale présente peu d'erreur (Pfleeger, 1998). Pour estimer l'effort global de réingénierie, on peut penser regrouper des consultants spécialisés et expérimentés (ayant effectué plusieurs réingénieries dans différentes entreprises) et des propriétaires de processus qui connaissent parfaitement les tâches, les ressources et les flux d'informations (Mabert et al., 2003).

Les besoins en Personnel (2) pourraient être évalués à l'aide d'un modèle linéaire. Le modèle linéaire permettrait de calculer l'effort en multipliant le coût d'une ressource par le temps passé à une activité donnée et ce pour chacune des ressources attribuées à chacune des activités (Boehm et Abts, 2000).

La catégorie Réalisation (3) est principalement constituée de facteurs de coûts tels la migration des données, la configuration, la personnalisation, la création de rapports et d'interfaces (cf. Tableau 19). L'effort à consacrer à de telles activités s'évalue traditionnellement par la méthode d'estimation COCOMO (Boehm, 1996). Un des inconvénients actuels de cette méthode réside dans le fait qu'elle utilise la taille du code comme paramètre d'entrée (Boehm, 1996). Ceci ne s'avère plus pertinent dans le cadre de système ERP dont la complexité ou la taille ne se mesure pas en nombre de lignes de codes mais davantage en termes de fonctionnalités (Zrimsek et al., 2001). Il pourrait s'avérer judicieux d'utiliser à la place la méthode par points de fonctions. La plupart des facteurs caractéristiques du système peuvent être évalués grâce aux quatorze critères de la méthode (Albrecht, 1979)(cf. Tableau 9).

La catégorie Gestion de projet (4) regroupe des facteurs de coûts aussi intangibles que le degré de préparation de l'entreprise pour le changement (Cooke et al., 1998; Holland et al., 1999; Parr et al., 1999), la résistance au changement (Markus et al., 2000), la complexité de communication (Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Al-Mashari et al., 2003) et le contexte politique (Markus, 1983; Chang et al., 2000). Là encore le jugement expert semblerait s'imposer comme une méthode incontournable car il tient compte des interactions sociales et des circonstances exceptionnelles (Trottier, 2000). Cependant une estimation globale des coûts de la gestion de projets pourrait aussi bien être obtenue à partir de paramètres d'entrées tels le nombre de modules, le nombre de sites, le nombre de personnes affectés par le changement en utilisant un modèle linéaire calibré par des indices tels la capacité de gestion du changement et la stratégie de déploiement envisagée (Leung et al., 2000).

Les explications précédentes sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 22. Attribution d'une méthode d'estimation optimale à chacune des catégories de coûts.

Catégories de coûts	Méthode la plus adaptée	Précisions
Réingénierie des processus	Jugement Expert	Échelle de Likert pour évaluer la complexité organisationnelle et l'expérience en réingénierie.
Personnel	Modèle linéaire	$Effort = \sum_{\substack{i=0; \\ k=0}}^n A_{i,k} C_k$ <p>$A_{i,k}$ est la durée que consacre la ressource k à l'activité i. C_k représente le coût pour la ressource k (\$/jour).</p>
Réalisation	Points de fonctions	L'étendue des activités est bien évaluée grâce à cette méthode qui prend également en compte la complexité des opérations.
Gestion de projet	Modèle linéaire + Jugement Expert	Le modèle linéaire utilise des paramètres tangibles en entrée et est calibrée par des indices tels la stratégie de déploiement envisagée et la capacité de l'entreprise à opérer la gestion du changement.

La partie précédente a mis en évidence l'adéquation de certaines méthodes d'estimation avec chacune des catégories de coûts identifiées. Les résultats de ce tableau reflètent des hypothèses élaborées à l'issue de l'étude de la littérature mais, à ce stade, ils n'ont pas encore été validés sur le terrain. La partie suivante conclue la revue de littérature.

2.6. Conclusion du chapitre

La revue de littérature a procédé en quatre étapes : la présentation des méthodes d'estimation de l'effort, les facteurs à prendre à compte pour les systèmes traditionnels, les facteurs des systèmes ERP et enfin la présentation des facteurs en quatre catégories de coûts.

L'étude des méthodes a distingué différentes techniques d'estimation en dégagant leurs avantages et leurs inconvénients. L'étude des facteurs traditionnels a montré que la taille du projet est le facteur le plus important et elle les a regroupés en quatre catégories :

1. Facteurs liés au produit.
2. Facteurs liés à la technologie.
3. Facteurs liés aux ressources humaines.
4. Facteurs liés à la gestion de projet.

De même, les facteurs propres aux systèmes ERP ont été recensés, validés auprès des facteurs de risque et répartis en quatre catégories :

1. Facteurs liés à la réingénierie des processus.
2. Facteurs liés au personnel.
3. Facteurs liés à la phase de réalisation technique.
4. Facteurs liés à la gestion de projet.

La partie suivante présente la méthodologie qui sera utilisée pour tester les liens entre les catégories, les facteurs et les variables qui les influencent.

Chapitre 3 - Méthodologie

Ce chapitre présente la méthodologie utilisée pour cette recherche, il s'agit d'entrevues semi-structurées. Tout d'abord, les objectifs de la recherche seront rappelés. Ensuite, il sera montré comment cette stratégie de collecte a été employée pour s'assurer de couvrir toutes les informations recherchées. Enfin, les détails du déroulement des entrevues seront exposés.

3.1. Rappel des objectifs de la recherche

À ce stade, il est important de rappeler les objectifs de la recherche :

1. Établir une structure des coûts propres aux implantations de systèmes ERP :
 - Identifier les facteurs de coûts propres aux implantations ERP.
 - Regrouper les facteurs de coûts en catégories de coûts.
2. Identifier la méthode d'estimation la plus adaptée pour chacune des catégories de coûts.
3. Identifier quels sont les facteurs de coûts utilisés comme des paramètres dans les méthodes d'estimation retenues.

La revue de littérature (chapitre 2) a permis d'identifier une liste de facteurs de coûts qui ont été regroupés en catégories et sous catégories de coûts. De même, plusieurs méthodes d'estimation des coûts ont été recensées et comparées. Certaines d'entre elles sont présumées adaptées pour estimer les catégories de coûts identifiées. De façon préliminaire, ces résultats atteignent déjà les objectifs 1) et 2) fixés plus haut dans la mesure où ces conclusions sont tirées de travaux d'experts. Ainsi il s'agit davantage d'une validation pour les points 1 et 2 tandis qu'il s'agit plutôt d'une exploration (aucun à

priori) concernant le point 3. Afin de valider ces résultats préliminaires, il fut nécessaire d'obtenir l'avis d'experts pour:

1. Confirmer, invalider ou compléter la structure des coûts.
2. Confirmer, invalider ou compléter les relations entre les méthodes d'estimations et les catégories de coûts.
3. Apporter des précisions sur la façon dont les facteurs de coûts sont utilisés (mesures qualitative ou quantitative) lors de l'application de ces méthodes.

3.2. La stratégie de collecte

La stratégie de collecte de données employée est celle d'entrevues semi-structurées. Cette stratégie est couramment utilisée lors d'études qualitatives et exploratoires. Tout d'abord, les apprentissages tirés de ces études seront exposés. Il sera entre autre expliqué quels sont les moyens mis en place pour s'assurer de couvrir toutes les informations recherchées. Ensuite, le processus de sélection des experts sera présenté. Enfin les précautions liées à l'emploi de cette stratégie seront examinées.

3.2.1. Apprentissages tirés des études qualitatives et exploratoires

La recherche est de nature qualitative et exploratoire. Les objectifs fixés précédemment procurent évidemment un caractère qualitatif à cette étude car on cherche à répondre à la question « Comment? » D'autre part, cette recherche prend un caractère exploratoire dans la mesure où elle consiste en une validation d'un cadre conceptuel par des experts. D'ailleurs, la revue de littérature (chapitre 2) a démontré combien les connaissances relatives à l'estimation des coûts étaient faibles. Il y est dit que la recherche en implantation de ERP n'en est qu'à ses débuts et il est nécessaire de procéder à davantage de recherches afin de consolider la théorie (Barki et al., 2002).

Pour collecter des données dans le cadre d'une recherche qualitative et exploratoire, différentes sources d'informations peuvent être utilisées (Yin, 1984) :

- La documentation : matériel écrit, notes, agendas, ou rapports formels.
- Les entretiens : questions ouvertes ou fermées (Bouchard, 1976; Cook et Campbell, 1979).
- Les observations sur le terrain : prise de notes dans l'environnement naturel.
- Outils : matériel ou système capturant l'information.

Afin d'obtenir les informations voulues et étant donné la nature exploratoire de l'étude, les avis des experts ont été obtenus par l'intermédiaire d'entrevues semi structurées, majoritairement constituées de questions ouvertes. Chaque intervenant a été rencontré une fois individuellement (Lefrançois, 1992) pour une durée d'environ une heure. Cette

stratégie est très répandue ; Parmi les textes retenus dans la revue de littérature, nombreux sont les chercheurs qui y ont fait appel (Markus, 1983; Kemerer, 1987; Smith et McKeen, 1992; Kell, 1995; Paré, Elam et Gillon, 1997; Paré et Elam, 1998; Sicotte, Denis et Lehoux, 1998; Tanriverdi et Iacono, 1998; Brown et al., 1999; Holland et al., 1999; Parr et al., 1999; Gattiker et al., 2000; Sarker, 2000; Summer, 2000; Motwani et al., 2002; Newel, Huang et Tansley, 2002).

Les entretiens semi structurés constituent une méthode de collecte de données efficace dans le cadre d'une recherche qualitative (Paré et al., 1997) ou exploratoire (Yin, 1984; Benbasat, Goldstein, David, Mead et Melissa, 1987; Kell, 1995). Cette stratégie peut parfois être moins précise et moins généralisable que d'autres méthodes de collecte mais elle permet au moins de capter la richesse et la subtilité des informations transmises (Smith et al., 1992). Cette caractéristique est fondamentale dans le cadre de cette étude car l'expertise des gestionnaires de projets en estimation des coûts est rarement formalisée. Par conséquent, elle ne peut être saisie qu'à travers des entrevues en face à face où le chercheur a pleinement la possibilité de creuser dans les réponses et apprécier les circonstances propres au projet décrit et à son contexte. D'ailleurs les entretiens semi structurés peuvent être enregistrés (Sicotte et al., 1998) pour ne pas perdre de données lors de la synthèse des entrevues. Enfin, cette approche est indispensable pour s'assurer que l'expert rencontré et le chercheur s'entendent mutuellement sur le sens, la définition et le contexte des concepts abordés.

Dans le cadre de recherches qualitatives et exploratoires, il est fréquent de retrouver des entretiens semi structurés basés sur un guide d'entrevue bâti à partir du cadre conceptuel identifié dans une revue de littérature (Brown et al., 1999). Le guide d'entrevue porte alors sur des thèmes spécifiques qui se rattachent à la question de recherche et aux objectifs à atteindre pour y répondre (Paré et al., 1997; Paré et al., 1998). Afin de garantir l'atteinte des objectifs précédemment fixés, un guide d'entrevue a été élaboré (tableau 22). Ici, les questions proposées ciblent précisément la structure des coûts présentée en fin de revue de littérature en évaluant la pertinence de catégories et sous catégories de coûts, ainsi que des facteurs qui les influencent. Ensuite les experts sont priés de donner des informations sur les méthodes d'estimation les plus utilisées. Enfin,

ils sont questionnés sur les détails pratiques quant à l'intégration des facteurs de coûts dans ces méthodes. L'ensemble de ces renseignements fait le tour de la question de recherche. C'est alors l'agrégation de toutes les descriptions qui contribue à valider le cadre conceptuel élaboré dans la revue de littérature. (Brown et al., 1999).

Pour la validation de facteurs, l'utilisation d'un questionnaire structuré soumis dans le cadre d'un entretien peut être utilisé (Parr et al., 1999). Les entretiens tournent autour des facteurs identifiés dans la revue de littérature mais ils sont testés par un questionnaire à choix de réponse (Parr et al., 1999). Dans notre cas, le guide d'entrevue comporte six questions ouvertes et une question fermée portant sur les facteurs de coûts. Il est demandé aux experts de mentionner le niveau d'importance des facteurs relativement à une l'estimation d'une sous-catégorie de coût.

Il est fréquent que les experts soient plus confortables en donnant des informations quantifiables sous forme d'approximation ou d'intervalles de grandeur (Mabert et al., 2003). Pour cette raison, les experts étaient encouragés à donner des ordres de grandeur si des sujets sensibles comme les montants des budgets étaient abordés.

Ceci conclut la partie sur les apprentissages tirés des recherches qualitatives et exploratoires qui ont été appliqués à cette étude. La partie suivante traite du processus de sélection des experts.

3.2.2. Sélection des experts

Lors de la sélection des experts, il faut prendre en compte les critères suivants : industrie, taille de la compagnie, structure organisationnelle, profitable ou non, privée ou publique, géographie, intégration verticale ou horizontale, etc....(Benbasat et al., 1987). Les sélections ont été faites par choix raisonné, c'est-à-dire que les chercheurs se sont assurés que les candidats retenus disposaient d'une connaissance suffisante quant aux projets vis-à-vis de la question de recherche. Le chercheur doit s'assurer que les participants puissent fournir une quantité d'information adéquate et pertinente également (Benbasat et al., 1987). Les intervenants devaient impérativement avoir participé à l'évaluation des coûts des projets d'implantations ERP. La collecte de données a été réalisée auprès de dix gestionnaires de projets ayant participé au total à 87 implantations soit environ neuf projets en moyenne par individu. Pour ce faire, les chercheurs ont présenté un aperçu du contenu des entrevues aux candidats afin de s'assurer qu'ils seraient à même de fournir de l'information pertinente au cours de l'entrevue. De plus, il a été demandé aux candidats de donner des détails concernant les projets auxquels ils avaient participé afin de garantir la cohérence de la recherche vis-à-vis de l'envergure des projets étudiés. L'ensemble des projets appartenait au secteur privé. La sélection des candidats s'arrête lorsque plus aucun autre nom d'expert potentiel ne peut être mentionné par les participants déjà rencontrés (Tanriverdi et al., 1998).

Il est parfois important de réaliser des entretiens à différents niveaux de l'organisation (Motwani et al., 2002). Dans notre cas, cela peut s'interpréter comme la nécessité de rencontrer des experts de différentes catégories : ceux ayant participé à un projet d'implantation ERP du côté client et ceux du côté de l'intégrateur (firme de consultation). Cela peut s'avérer déterminant dans l'interprétation des résultats.

Ceci conclut la présentation du processus de sélection. La partie suivante présente les précautions qui ont été respectées lors de la collecte de données.

3.2.3. Précautions

Lors de la collecte de données, plusieurs précautions sont à prendre: le nombre d'entretiens à réaliser, les normes éthiques et certaines dimensions de validité.

Le choix du nombre d'entretiens à étudier est relatif. Lorsque la recherche est hautement exploratoire, un cas unique peut suffire tandis que l'étude de plusieurs cas est davantage préconisée lorsque les objectifs de la recherche sont la description, le développement de théorie ou le test d'hypothèses (Benbasat et al., 1987). La sélection des candidats s'arrête lorsque plus aucun autre nom d'expert potentiel ne peut être mentionné par les participants déjà rencontrés. (Tanriverdi et al., 1998). En procédant de la sorte, dix experts ont été sondés dans le cadre de cette recherche.

Le chercheur doit garantir aux participants que leur intervention ne leur sera pas nuisible (Benbasat et al., 1987). En conséquence, cette recherche respecte les principes éthiques. Un formulaire de consentement a été signé par les candidats et leur participation s'est faite sur une base volontaire. Tous les entretiens ont été enregistrés avec l'accord des participants et le contenu de ces enregistrements a été conservé en lieu sûr avant d'être détruit. L'anonymat des répondants et la confidentialité de leurs réponses ont été garantis.

Enfin, il est important que la collecte de données respecte des critères de validité. Lorsque des entretiens semi structurés sont menés, deux dimensions particulières sont à prendre en compte : la validité apparente et la validité de contenu. La première réfère aux impressions qu'un individu a de quelque chose. « face validity is the extent to which an instrument looks appropriate » (Zmud et Boynton, 1991, cités par (Bernard, 2002)). La deuxième dimension est validée si on prend la précaution de générer les items à partir de la littérature et d'obtenir l'opinion d'experts (Bernard, 2002).

Une fois ces précautions prises, la stratégie de collecte peut être appliquée. La partie suivante adresse les détails du déroulement des entrevues.

3.3. Déroulement des entrevues

Cette section présente les concepts utilisés pendant les entrevues ainsi que le guide d'entretien.

3.3.1. Concepts utilisés pendant les entrevues

Trois concepts sont récurrents dans la collecte de données auprès des experts : facteurs de coûts, sous-catégorie de coût et méthode d'estimation des coûts. Les définitions qui suivent ont été présentées aux experts afin d'éviter tout malentendu pendant le déroulement des entrevues et leur définition est propre à cette étude:

- Facteurs de coûts : il s'agit d'un élément ou d'une caractéristique du projet qui influence le montant des dépenses associées au projet, d'une façon directe ou indirecte. Par exemple le nombre d'utilisateurs et le nombre de modules sont deux facteurs de coûts fréquemment cités.
- Sous-catégorie de coûts : Cela fait référence à un ensemble de facteurs de coûts qui sont regroupés entre eux par un lien logique. Ce lien peut être une activité du projet ou une ressource matérielle ou physique. À ce titre, l'analyse et la conversion des données est une sous-catégorie de coût dans la mesure où le budget consacré à cette activité dépend de la caractéristique des systèmes existants, du mécanisme de conversion et du volume d'historique à convertir.
- Méthodes d'estimation (et paramètres d'entrée) : ces dernières font référence à des méthodologies, techniques ou modèles utilisés pour chiffrer le montant des budgets relatifs à l'ensemble des activités pendant le projet d'implantation. Les paramètres d'entrée renvoient aux variables utilisées dans ces méthodes et elles sont obtenues à partir des facteurs de coûts décrits plus haut.

3.3.2. Mode opératoire des entrevues

L'entrevue est divisée en quatre étapes : la préparation, les questions de profilage, les questions ouvertes et la question à choix de réponses. Tout au long de ces étapes, le candidat est libre de poser toute question qu'il juge appropriée. Le guide d'entrevue peut être consulté en annexe 5.

Étape 1: la préparation.

Au début de l'entrevue, un feuillet d'informations générales sur la recherche (Annexe 1) et un engagement de confidentialité de la part des chercheurs (Annexe 2) sont remis au candidat. En contrepartie, il lui est demandé de lire et signer un formulaire de consentement de participation à cette entrevue (Annexe 3).

Avant de commencer à répondre aux sept questions, il est demandé au candidat de prendre connaissance des trois concepts fondamentaux (cf. 3.3.1) qui sont présentés sur une feuille individuelle (Annexe 4).

Étape 2: les questions de profilage.

Afin d'obtenir des informations sur les répondants et garantir une cohésion dans le profil des projets ERP évoqués, il est demandé au candidat de répondre aux questions 1 et 2. Dans la mesure du possible, les candidats devront approximer leurs réponses s'ils n'ont pas d'information officielle à fournir. Le chercheur retranscrit fidèlement dans ses notes les informations fournies par le participant.

Étape 3: les questions ouvertes.

Cette étape regroupe les questions 3 à 6 inclusivement.

La question 3 est une invitation faite au candidat de présenter, de façon globale, son approche d'estimation et les problèmes qui y sont rattachés. Le chercheur retranscrit fidèlement dans ses notes les informations fournies par le participant.

La question 4 se base sur des éléments d'une structure de coûts qui sont présentés au participant sous la forme de petits cartons identifiés comme suit :

- Catégories de coûts : quatre fiches cartonnées (12*12 cm) intitulées respectivement : Réingénierie des processus, Personnel, Réalisation et Gestion de projet.
- Sous catégories de coûts : 14 fiches cartonnées (6*6 cm) intitulées respectivement : Nombre de modules, Nombre de sites, Complexité de la structure organisationnelle, Expérience de l'entreprise avec la réingénierie, Ressources internes, Ressources externes, Équipe de projet, Formation, Analyse et conversion des données, Intégration, Matériel et logiciels, Stratégie, Coordination et Gestion du changement.

Il est alors demandé au candidat de procéder à un classement de ces éléments. C'est-à-dire, placer les catégories de coûts vis à vis des sous-catégories de coûts de la manière qu'il l'entend. Il a la possibilité d'en supprimer à sa guise ou même en créer (des cartons vierges des deux types lui sont fournis sur lesquels il peut inscrire une nouvelle entité). Une fois le classement effectué, le chercheur reproduit soigneusement la structure finale dans ses notes.

Par la suite, une structure de coûts, issue de la littérature spécialisée est présentée au participant. Les quatre cartons représentant les catégories de coûts originales sont placés horizontalement sur la table et les 14 cartons représentant les sous catégories de coûts originales sont répartis verticalement sous la catégorie à laquelle ils sont rattachés.

Le candidat observe cette structure et peut demander des éclaircissements s'il le désire. Il est ensuite invité à donner son avis sur cette approche, c'est-à-dire faire toutes les remarques ou critiques qu'il juge pertinentes. Le chercheur retranscrit fidèlement dans ses notes les informations fournies par le participant.

La question 5 cherche à identifier la façon dont un expert procède pour estimer un projet sur le terrain. Il lui est alors demandé d'expliquer, en ses propres mots, comment il s'y

prendrait pour estimer les catégories qui subsistent après les modifications qu'il a effectuées dans la structure. Le chercheur prend des notes et cherchera plus tard (après l'entrevue) à déterminer s'il existe des similarités entre les façons de faire expliquées par le candidat et les méthodes d'estimations présentées dans la revue de littérature.

La question 6 cherche à identifier les catégories problématiques dans l'estimation des coûts, c'est-à-dire celles où les écarts budgétaires sont les plus grands. Le chercheur retranscrit fidèlement dans ses notes les informations fournies par le participant.

Les cartons sont retirés de la table. Ceci conclut l'étape 3.

Étape 4: la question à choix de réponses

Lors de la question 7, le candidat est invité à cocher les cases pour chacun des facteurs de coûts afin d'exprimer de quelle manière ces derniers influencent l'effort associé à chaque sous-catégorie. Le questionnaire (Annexe 5) est présenté au candidat sur des feuilles individuelles.

Si le candidat avait créé de nouvelles sous-catégories à la question 4, il est invité à faire des hypothèses sur les facteurs qui pourraient influencer ces sous-catégories et leur niveau d'influence respectif (voir la grille d'entrevue, question 7). Ceci conclut l'étape 4 et l'entrevue dans son ensemble.

3.4. Conclusion du chapitre

Ce chapitre a présenté la méthodologie de recherche (les entrevues semi-structurées) et expliqué le déroulement de la collecte. Tout l'objet de la section précédente a consisté à justifier l'emploi de cette stratégie, à éclaircir son application dans le cadre de cette étude et montrer comment la collecte de données respectait les principes dictés par l'utilisation de cette méthode.

Le chapitre suivant présente les résultats.

Fin du chapitre 3

Chapitre 4 – Présentation des résultats

Le guide d'entrevue comportait sept grandes questions. Les données issues de la collecte peuvent se diviser en trois grandes catégories. La première concerne le profil des experts et des projets auxquels ils ont participé (Questions #1 et #2). La seconde fait la synthèse des informations communiquées par les gestionnaires au sujet de la structure de coûts et à propos des méthodes d'estimations (Questions #3, #4, #5 et #6). Enfin la troisième catégorie expose les informations relatives aux facteurs de coûts (Question #7).

4.1. Profils des experts et des projets

Dix experts ont été rencontrés et leur expérience cumulée totalise 87 projets ERP, soit environ une moyenne de neuf projets par individu. Les participants proviennent aussi bien du côté client que du côté intégrateur. Quatre d'entre eux ont une expérience mixte en la matière, c'est-à-dire qu'ils ont participé à certaines implantations en tant que client et d'autres en tant qu'intégrateur. Les participants du côté client occupent des postes de chargés de projet tandis que les postes occupés par les intégrateurs varient du niveau de « Directeur » jusqu'à celui d' « Associé ».

Le tableau présenté ci-dessous fait la synthèse des profils des dix participants.

Tableau 23. Profil des participants et des projets.

PROFIL DES PARTICIPANTS

(Questions 1 & 2)

Numéro du Participant	Expérience en TI (en années)	Nombre de projets ERP	Nombre d'utilisateurs		Nombre de modules		Nombre de sites		Dépenses totales du client (post implantation)	
			min	max	min	max	min	max	min	max
#1	10	4	30	2000	1	5	2	30	800 000 \$	120 000 000 \$
#2	15	5	200	2000	4	10	3	5	4 000 000 \$	13 000 000 \$
#3	10	6	15	25	5	15	1	3	75 000 \$	750 000 \$
#4	20	6	8	75	10	10	1	2	200 000 \$	2 000 000 \$
#5	20	4	40	80	5	10	1	3	700 000 \$	2 200 000 \$
#6	20	20	10	100	5	15	1	10	200 000 \$	10 000 000 \$
#7	23	10	2000	2000	5	5	3	20	5 000 000 \$	10 000 000 \$
#8	11	10	40	150	4	8	1	4	700 000 \$	3 500 000 \$
#9	10	12	10	200	1	7	1	4	1 000 000 \$	4 000 000 \$
#10	11	10	100	500	2	10	1	5	1 500 000 \$	20 000 000 \$
Moyenne	15	8.7	245.3	713	4.2	9.5	1.5	8.6	1 417 500 \$	18 545 000 \$

Nombre de projets ERP: Cela fait référence au nombre de projets ERP auxquels l'expert a pris part, sans aucune restriction sur son rôle.

Nombre d'utilisateurs : Il s'agit du nombre d'utilisateurs finaux du système.

Nombre de modules : En fonction du ERP implanté, cela fait référence soit au nombre de modules soit au nombre de grandes fonctionnalités implantées.

* *Les postes occupés par les participants ont été volontairement cachés afin de respecter l'entente de confidentialité.*

4.2. Structure de coûts et méthodes d'estimation

Cette partie présente tous les résultats relatifs à la structure des coûts et aux méthodes d'estimation. Tout d'abord, la composition des fiches synthèse d'entrevue sera expliquée. Ensuite les critiques des experts vis-à-vis de la structure initiale seront présentées. Finalement, les améliorations suggérées par les experts seront détaillées.

4.2.1. Fiches de synthèse d'entrevue

Les questions #3, #4, #5 et #6 visaient respectivement à saisir l'approche globale d'un processus d'estimation, valider (ou non) une structure de coûts issue de la littérature spécialisée, comprendre le mécanisme d'estimation et apprécier le degré de confiance des experts vis-à-vis de leurs estimés. Afin de présenter les résultats d'entrevue, une fiche semblable à celle-ci a été élaborée pour chacun des candidats (Annexe 6).

Tableau 24. Modèle de fiche individuelle faisant la synthèse des entretiens.

SYNTHÈSE D'ENTREVUE	
Participant #	
<u>Question 3</u>	
<u>Processus d'estimation</u>	
<u>Tendance du marché et contingence</u>	
<u>Question 4</u>	
<u>Structure proposée par le participant</u>	
<u>Catégorie(s) supprimée(s)</u>	
<u>Sous catégorie(s) supprimée(s)</u>	
<u>Catégorie(s) créée(s)</u>	
<u>Sous catégorie(s) créée(s)</u>	
<u>Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature</u>	
<u>Items considérés comme des facteurs</u>	
<u>Questions 5 et 6</u>	
Catégorie de coût	
Subdivision	
Facteurs cités	
Méthode d'estimation	
Marge d'erreur observée	

Dans la question #3, le processus d'estimation fait référence à l'approche globale que les experts utilisent pour bâtir une évaluation. Ce processus est généralement composé de plusieurs étapes chronologiques afin de prendre en compte tous les éléments de coûts. Les informations regroupées sous l'entête « Tendances du marché et contingence » renseignent sur la façon dont les experts conjuguent leur processus d'évaluation avec les réalités du marché dans un contexte de concurrence. Les résultats relatifs à cette question peuvent être consultés dans les fiches individuelles des candidats en Annexe 6. Le tableau suivant présente la répartition des avis des dix experts concernant l'approche globale d'estimation.

Tableau 25. Approches d'estimation mentionnées par les experts.

Processus d'estimation	Occurrence
Découpage par processus	5
Découpage par fonction	3
Découpage par activité	2

Les informations regroupées sous la question #4 adressent directement la structure des coûts. La vision de chaque expert s'y retrouve sous la forme d'un tableau qui présente les grandes catégories de coûts et les sous catégories qui les composent. Chaque modification par rapport à la structure initiale est mentionnée. De même, les éléments qui sont davantage considérés comme des facteurs de coûts sont mis en évidence. Enfin les critiques et suggestions des participants se retrouvent sous forme de remarques. Les résultats relatifs à cette question peuvent être consultés dans les fiches individuelles des candidats en Annexe 6. Le tableau suivant présente de façon concise les suggestions des experts concernant la structure de coûts. Les chiffres dans les cases correspondent au nombre d'experts qui suggèrent, pour la sous-catégorie concernée, un déplacement dans une autre catégorie, une suppression ou un ajout. Il se peut également que l'expert ait considéré une sous-catégorie comme un facteur.

Tableau 26. Suggestions des experts relatives aux sous catégories dans la structure de coûts.

Sous-catégories	Déplacées dans une autre catégorie	Supprimées	Ajoutées	Facteur
Nombre de modules	-	-	-	9
Nombre de sites	-	-	-	8
Complexité de la structure organisationnelle	1	-	-	5
Expérience de l'entreprise avec la réingénierie	1	2	-	6
Ressources internes	5	3	-	-
Ressources externes	4	4	-	-
Équipe de projet	5	3	-	-
Formation	3	-	-	-
Analyse et conversion des données	1	-	-	-
Intégration	4	-	-	-
Matériel et logiciels	5	1	-	-
Stratégie	4	1	-	5
Coordination	3	1	-	-
Gestion du changement	6	-	-	-
Infrastructure technologique	-	-	6	-
Design du nouveau processus	-	-	5	-
Centre de compétences	-	-	5	-
Développements techniques	-	-	5	-
Analyse des processus d'affaires existants	-	-	4	-
Tests	-	-	3	-
Configuration	-	-	3	-
Préparation à la formation	-	-	1	-
Frais de déplacements	-	-	1	-
Documentation	-	-	1	-
Remplacement de ressources	-	-	1	-

Finalement, les méthodes d'estimations employées par les participants sont présentées catégorie de coût par catégorie de coût (question #5). On y retrouve également de l'information sur les facteurs utilisés et le degré de confiance vis-à-vis de l'estimation (question #6). Ce dernier prend la forme d'une marge d'erreur observée post-implantation. Les résultats relatifs aux questions #5 et #6 peuvent être consultés dans les fiches individuelles des candidats en Annexe 6. Le premier tableau* suivant présente la répartition des avis des experts relativement à la méthode d'estimation la plus appropriée pour estimer la catégorie de coûts concernée. Le deuxième tableau** présente la répartition des taux de marge d'erreur estimés par les experts.

Tableau 27. Suggestions des experts relatives aux sous catégories dans la structure de coûts.

Méthode d'estimation	Architecture et Système	Réingénierie des processus	Personnel	Réalisation	Gestion de projet
Jugement Expert	4	5	-	6	1
Estimation par analogie	-	4	2	5	9
Modèle linéaire	7	1	6	2	4
Méthode par Points de fonction	-	-	-	-	-

* Il est possible que les experts associent plus d'une méthode à une catégorie donnée

Tableau 28. Répartition des estimés des marges d'erreurs par catégorie de coût.

	Taux de marge d'erreur			
	Inférieur 10%	Compris entre 10% et 25%	Compris entre 25% et 50%	Supérieur à 50%
Architecture et Système	6	-	-	-
Réingénierie des processus	2	4	2	2
Personnel	2	-	1	-
Réalisation		4	3	1
Gestion de projet	5	3	1	-

*** Il n'existe pas de données pour les catégories que l'expert a rejeté lors de son évaluation de de la structure de coûts*

La description de l'ensemble des résultats présentés ci-dessus démontre qu'il n'existe pas vraiment un consensus concernant les approches d'estimations, la structure de coûts ou bien même les méthodes d'estimation qui s'y rattachent. Les parties suivantes analysent en détail les raisons de ces divergences.

4.2.2. Les inconvénients de la structure de coûts issue de la revue de littérature

La structure de coûts proposée aux experts présentait plusieurs inconvénients. Tout d'abord, la nature de la décomposition était trop départementale. Ensuite, des incohérences ont été identifiées dans chacune des catégories. Enfin certains éléments de la structure, quand ils ne manquaient pas de précision, étaient parfois de nature différente.

4.2.2.1. La structure

D'une manière générale les sous catégories ne sont pas assez explosées c'est-à-dire qu'elles ne descendent pas assez bas dans la hiérarchie. Cela résulte en un manque de précision de la structure dans son ensemble. Il ressort également que la structure présente un découpage trop comptable et trop départemental. Cela se reflète dans le fait qu'il est quasiment possible d'associer des responsables derrière chaque catégorie :

- Réingénierie : Groupe dédié de consultants.
- Personnel : Directeur des ressources humaines.
- Réalisation : Équipe technique.
- Gestion de projet : Gestionnaire de projet.

Généralement, le découpage par activités (ou processus) est préféré au découpage par départements (ou postes de dépenses) car ce dernier n'est pas adéquat pour faire le suivi. Par exemple, pour la sous-catégorie de coût qui s'appelle « personnel externe », le montant associé ne permet pas de savoir s'il existe un problème avec le montant dépensé pour les consultants. Par contre si on répartit ces coûts par activité, c'est beaucoup plus facile d'assurer un suivi et voir si des difficultés existent pour réaliser telle ou telle activité dans les coûts prévus.

Finalement, plusieurs catégories ou sous catégories sont transversales donc c'est parfois impossible de concentrer les coûts associés dans un seul élément de la structure. Les coûts associés au personnel, dispersés dans toutes les activités, sont une bonne illustration de ce phénomène.

4.2.2.2. *Les catégories de coûts*

Certaines incohérences ont été identifiées dans chacune des quatre catégories proposées dans la structure initiale.

Tout d'abord la catégorie « Réingénierie des processus » est remise en cause car de moins en moins d'entreprises réalisent une véritable réingénierie des processus avant l'implantation. La réingénierie s'effectue au moment de la réalisation car elle doit se faire en rapport avec les possibilités qu'offre le produit implanté. Les clients acceptent souvent les meilleures pratiques d'affaire en faisant une implantation vanille. Par conséquent, certains experts ont suggérés que les catégories « Réingénierie des processus » et « Réalisation » soient fusionnées. Dans cette catégorie, les coûts proviennent généralement de trois sous catégories : « définition de la stratégie », « analyse de l'existant » et « design du nouveau processus ». Finalement, les termes « transformation » ou « optimisation » devraient être préférés à « réingénierie des processus » car la réingénierie telle qu'elle était menée dans les années 80 et 90 ne s'applique plus de la même façon lors d'implantations de systèmes ERP selon les experts. Cependant, même si les activités de réingénierie des processus et de configuration du progiciel sont intimement reliées lors du déroulement du projet, cela ne signifie pas pour autant que ces deux catégories ne doivent pas être traitées séparément lors du processus d'estimation des coûts.

La deuxième catégorie « personnel » est la catégorie la plus remise en question. En effet, pour plusieurs experts, elle n'a pas lieu d'être car elle est répartie dans toutes les autres catégories. Elle ne contient pas vraiment d'éléments dont il faut évaluer l'effort car les besoins en personnel correspondent en fait à l'effort pour la phase de réalisation. De plus, la sous-catégorie « Équipe de projet » est en fait composée de ressources internes et de ressources externes donc elle est redondante selon les experts. Néanmoins il existe un seul cas où il est pertinent de dissocier les deux, c'est dans le cas de la formation. En effet, les besoins des deux catégories de personnel diffèrent et cela a un impact sur

l'estimation des coûts. Finalement, il ressort que l'on devrait comptabiliser des coûts associés au dégagement de ressources à l'interne et également ceux reliés à la perte de productivité pendant les périodes de formation.

La catégorie « Réalisation » devrait inclure des coûts de configuration, de tests, de design et de support. La catégorie « Gestion de projet » ne fait pas l'objet de modification à ce stade.

4.2.2.3. La nature et la précision des éléments

Tout d'abord, la structure proposée présente une certaine incohérence vis-à-vis des éléments qui la composent : le fait que des facteurs y soient mélangés avec des sous-catégories crée une confusion. Ainsi les facteurs « Nombre de sites », « Nombre de modules », « Complexité organisationnelle » et « Expérience de l'entreprise avec la réingénierie », qui avaient été volontairement introduits dans la structure en l'absence de réelles sous catégories de coût pour la catégorie « Réingénierie des processus », sèment la confusion car on ne peut pas véritablement leur associer un coût lors de l'estimation. De même, il ressort que l'élément « Stratégie » est davantage considéré comme un facteur de coût qui préconditionne de nombreux coûts avant le projet plutôt qu'une sous catégorie en soi.

D'autre part, la dénomination de certains éléments dans la structure manque de précision, certaines appellations sont trop vagues. Ainsi, on devrait davantage parler de « nombre de processus » plutôt que de nombre de modules car l'effort relatif nécessaire à l'implantation varie grandement d'un module à l'autre. De plus, l'effort à consacrer à l'implantation d'un module dépend du nombre de processus par lesquels le client est intéressé dans ce module. En effet, le client peut opter pour implanter seulement une partie du module, c'est-à-dire une des nombreuses fonctionnalités offertes (cf. module MM dans SAP R/3), ce qui nécessite moins d'effort.

Finalement, le terme « Intégration » est lui aussi trop vague. Il faudrait plutôt diviser cette sous catégorie en deux : « configuration » et « Développements techniques », ce dernier correspondant aux interfaces et aux rapports.

Ceci conclut l'analyse des critiques sur la structure de coûts. Il a été dit que la structure devrait plutôt présenter un découpage par processus plutôt qu'un découpage comptable. Pour chacune des catégories de coûts initiales, des incohérences et des redondances ont été identifiées. Finalement, les experts ont dénoté un manque de précision de certains termes qui laissaient une interprétation trop vague de la réalité.

Après avoir présenté les critiques des experts, la partie suivante propose leurs suggestions d'amélioration.

4.2.3. Les améliorations à apporter

Tout d'abord, des suggestions d'ajouts et suppressions d'éléments sont présentées. Puis des conseils sont formulés afin d'améliorer le contenu des catégories de coûts.

4.2.3.1. Les ajouts et suppressions

Les tableaux suivants présentent les ajouts et suppressions recensés lors des entretiens avec les experts. Il ne s'agit que de suggestions et leur présence ici ne signifie pas forcément qu'elles seront retenues comme telles dans la structure de coût optimale et finale. Ceci fera l'objet de la prochaine étape.

La première colonne présente la dénomination la plus usuelle de la catégorie ou de la sous catégorie tandis que figurent dans la seconde colonne les éventuels substituts connus cités par les experts. En effet, il arrive fréquemment que les experts fassent référence au même concept avec des termes différents. Finalement la dernière colonne présente dans l'ordre décroissant (du plus fréquent au moins fréquent) le nombre de fois que l'élément a été cité pour une suppression ou un ajout en fonction des cas.

Tableau 29. Suggestions de catégories à créer

Catégories à créer	Autres appellations	Occurrence
Infrastructure technologique	Architecture et système	5
Gestion du changement	-	2
Préparation	Initialisation du projet	1
Centre de compétence	-	1
Tests	-	1

Tableau 30. Suggestions de catégorie à supprimer

Catégories à supprimer	Occurrence
Personnel	3
Réalisation	2

Tableau 31. Suggestions de sous catégories à créer

Sous catégories à créer	Autres appellations	Occurrence
Infrastructure technologique	Serveurs, Terminaux, Câblage, Base de données, Application, Licences et Sécurité.	6
Design du nouveau processus	Optimisation des processus (to be) et Design (conception).	5
Centre de compétences	Support post implantation, Maintenance et Basis.	5
Développements techniques	Rapports spécifiques, Interface et Intégration.	5
Analyse des processus d'affaires existants	Analyse des processus et Analyse de l'existant (As is).	4
Tests	Tests intégrés et Qualité.	3
Configuration	Personnalisation et Paramétrisation.	3
Préparation à la formation	Logistique (Matériel, Documentation, Salles de cours) et Communication.	1
Frais de déplacements	-	1
Documentation	-	1
Remplacement de ressources	-	1

Tableau 32. Suggestions de sous catégories à supprimer

Sous catégories à supprimer	Occurrence
Matériels et logiciels	1
Stratégie	1
Équipe de projet	1
Coordination	1

4.2.3.2. Les suggestions par catégorie de coûts.

Les suggestions pour la catégorie « Réingénierie des processus » se concentrent sur la nécessité de remplacer les quatre facteurs de coûts par les trois sous catégories suivantes : « Analyse de l'existant », « Design du nouveau processus » et « Stratégie »

Concernant la catégorie « Personnel », il faut faire attention à ne pas dédoubler l'estimation des coûts qui s'y rattachent en comptabilisant à la fois le coût total des ressources et le coût attribuable à chaque activité de la ressource. Bien souvent, cette catégorie n'existe pas en soi dans la structure d'estimation mais les coûts s'y rattachant sont comptabilisés de façon transversale et partielle dans chacune des activités. De même, la sous catégorie « équipe de projet » n'a pas lieu d'être si les sous catégories « Ressources internes » et « ressources externes » figurent déjà dans la structure. D'autre part, il vaut mieux parler de ressources humaines plutôt que de « personnel ». Hormis les ressources externes, Il existe deux types de ressources internes : celles dédiées au projet et celles qui remplacent les ressources dédiées au projet. Ainsi, il est impératif d'évaluer le coût associé à des embauches ou des mutations pour pouvoir remplacer des ressources qui prennent part au projet. Finalement, il faudrait distinguer deux types de formation : celle des utilisateurs finaux et celle de l'équipe de projet.

Il ressort que la structure devrait comporter une catégorie « Infrastructure technologique ». Cette dernière devrait être composée des coûts associés au matériel informatique, aux logiciels (licences), à la sécurité et à la maintenance. Cette dernière peut être assurée par un centre de compétence qui est mis en place pour effectuer du support pendant une période post implantation.

Ceci conclut l'analyse des suggestions faites par les experts. La partie suivante fait le tri parmi les critiques et les suggestions afin de bâtir une nouvelle structure de coûts optimale.

4.3. Facteurs de coûts

Le tableau de l'Annexe 7 présente une synthèse agrégée des réponses fournies par les dix participants. L'information contenue dans chacune des colonnes doit être interprétée comme suit :

- 1^{ère} colonne : nombre de fois (sur un total de 10) où le facteur a été qualifié de « Non pertinent » relativement à l'estimation des coûts de la sous-catégorie à laquelle il est rattaché.
- 2^{ième} colonne : nombre de fois (sur un total de 10) où le facteur a été qualifié de « Faible Importance » relativement à l'estimation des coûts de la sous-catégorie à laquelle il est rattaché.
- 3^{ième} colonne : nombre de fois (sur un total de 10) où le facteur a été qualifié de « Important » relativement à l'estimation des coûts de la sous-catégorie à laquelle il est rattaché.
- 4^{ième} colonne : nombre de fois (sur un total de 10) où le facteur a été qualifié de « Déterminant » relativement à l'estimation des coûts de la sous-catégorie à laquelle il est rattaché.

Pour les colonnes 5, 6 et 7, des points ont été attribués à chacun des degrés d'importance :

- « Non pertinent » : 0
- « Faible importance » : 1
- « Important » : 2
- « Déterminant » : 3

Les colonnes 5 et 6 présentent respectivement le minimum et le maximum observés pour chacun des facteurs parmi les dix réponses données, c'est-à-dire les scores minimum et maximum. Par exemple, le chiffre « 1 » dans la colonne 5 indique que le degré minimal d'importance accordé à un facteur donné a été « Faible Importance » parmi un échantillon de dix répondants. De même, le chiffre « 2 » dans la colonne 6 indique que le

degré maximal d'importance accordé à un facteur donné a été « Important » parmi un échantillon de dix répondants.

Enfin, la colonne 7 présente la moyenne des points obtenus par un facteur donné en se basant sur l'échelle de points précédente pour un total de dix occurrences.

L'ensemble des résultats relatifs aux facteurs de coûts sont résumés dans un tableau en annexe 7. Le tableau suivant est une brève synthèse des résultats obtenus relativement à l'évaluation de la pertinence des facteurs de coûts. Il correspond à la colonne 7 du tableau de l'Annexe 7.

Tableau 33. Evaluation des facteurs de coûts

SOUS CATÉGORIES DE COÛTS	Moyenne
Réingénierie des processus	
Nombre de modules	2.7
Nombre de sites	2.4
Expérience de l'entreprise avec la réingénierie	2
Complexité de la structure organisationnelle	1.7
Ressources internes	
Nombre des modules	2.6
Capacité à mobiliser des ressources à l'interne	2
Rétention	1.5
Ressources externes	
Nombre de modules	2.8
Service de consultation	2.7
Recrutement	1

SOUS CATÉGORIES DE COÛTS		Moyenne
Équipe de projet		
Répartition équilibrée des ressources		1.7
Formation		
Nombre d'utilisateurs finaux		2.7
Nombre de modules		2.5
Nombre de sites		2.5
Niveau de connaissance préalable des participants		2.2
Nombre de membres dans l'équipe de projet		1.8
Qualité du matériel de formation		1.4
Analyse et conversion des données		
Nombre et caractéristiques des systèmes existants		2.7
Volume d'historique à convertir		2.2
Mécanisme de conversion des données		2
Méthode d'analyse des données		1.3
Intégration		
Nombre et caractéristiques des systèmes existants		2.6
Modification du code		2.6
Personnalisation des interfaces (nombre et complexité)		2.6
Configuration des modules		2.3
Nombre et type de rapports		2.3
Étendue des tests		2.2
Nombre de modules		2.1
Compétence des développeurs		1.9
Nombre de sites		1.6

SOUS CATÉGORIES DE COÛTS	Moyenne
Matériels et logiciels	
Licences logiciels	2.5
Hardware	2.3
Maintenance	2
Coordination	
Nombre de sites	2.5
Nombre de modules	2.3
Étendue du réseau de communication	1.7
Stratégie	
Contexte politique	2.2
Sélection du fournisseur	2
Méthodologie d'implantation	1.7
Outil de développement	1.2
Gestion du changement	
Variabilité de l'étendue du projet	2.6
Support de la haute direction	2.6
Capacité de l'organisation à changer	2.6
Résistance au changement	2.5

L'interprétation de ces résultats sera effectuée lors de l'analyse des facteurs de coûts dans le prochain chapitre.

4.4. Conclusion du chapitre

Les résultats de la collecte (huit questions) ont été présentés selon trois grandes parties : le profil des experts et des projets, les structures de coûts et les méthodes d'estimation et finalement les facteurs de coûts.

Les profils des experts et des projets sont résumés dans le tableau 21. Ce dernier donne un aperçu de l'expérience des experts et de l'envergure des projets réalisés.

L'annexe 6 contient les critiques sur la structure de coûts issue de la revue de littérature et une nouvelle structure suggérée par chacun des experts. En plus, l'annexe 6 présente les méthodes d'estimations suggérées par les experts pour chaque catégorie de coûts qu'ils ont retenues.

Finalement l'annexe 7 présente une synthèse des appréciations de chacun des experts vis-à-vis de l'importance des facteurs de coûts issus de la revue de littérature

La partie suivante présente l'analyse des données.

Fin du chapitre 4

Chapitre 5 – Analyse des données

Ce chapitre présente l'analyse des résultats recueillis au chapitre précédent. D'une façon générale, il cherche à répondre aux trois grands objectifs fixés initialement :

1. Établir une structure des coûts propre aux implantations ERP.
2. Identifier la méthode d'estimation la plus adaptée pour chacune des catégories de coûts.
3. Identifier quels sont les facteurs de coûts utilisés comme des paramètres dans les méthodes d'estimation retenues.

La structure de ce chapitre s'articulera donc autour de ces objectifs en se basant sur les résultats de la collecte de données. Au préalable, une approche globale du processus d'estimation sera présentée. Ensuite, une structure de coûts optimale sera proposée. Puis les méthodes d'estimation adéquates seront expliquées pour chacune des catégories de coûts retenues. Finalement, une synthèse des facteurs de coûts à retenir sera exposée.

5.1. Processus d'estimation : une approche globale

Afin d'expliquer le processus d'estimation, il est important de dissocier la vision du client de celle de l'intégrateur. Puis, il convient de présenter les démarches les plus utilisées en mettant en relief le rôle central du « scope » du projet. Enfin, il est primordial de mettre en perspective le processus d'estimation avec les contraintes du marché en introduisant le concept de contingence.

5.1.1. Intégrateur versus client : deux visions différentes du même projet

Avant d'aborder le processus d'estimation en tant que tel, il est important de comprendre que les visions respectives du client et celle de l'intégrateur concernant l'estimation des coûts d'un même projet diffèrent à plusieurs égards. Dans le budget total du projet, les coûts occasionnés par les services d'un intégrateur représentent une majeure partie des dépenses mais pas la totalité pour autant. Lorsqu'un intégrateur répond à un appel d'offre émis par un client, il évalue les coûts de ses services de consultation (principalement ses ressources humaines) et les majore avec sa marge de profit tout en tenant compte de la concurrence. De son côté, le client doit non seulement comptabiliser les coûts de consultation mais également y ajouter d'autres frais de services externes et ses propres coûts internes.

Cette recherche se concentre sur l'estimation des coûts propre à l'implantation de systèmes ERP et cela fait référence à l'ensemble des coûts supportés par un client : de l'achat du matériel et des licences, en passant par tous les frais de services externes jusqu'aux coûts d'administration à l'interne.

5.1.2. La démarche d'estimation

La majeure partie des cas rencontrés (8 sur 10) démontre que l'approche « Top-Down » est préférée à l'approche « Bottom-up ». Cette démarche consiste à aller du général au particulier. D'une façon globale, le processus d'estimation se fait selon la structure organisationnelle de l'entreprise et s'apparente ensuite à un découpage par processus ou grandes fonctions. Pour finir, une attention est portée aux niveaux des activités et des éléments spécifiques à l'entreprise.

5.1.3. L'importance du « scope »

La notion de « scope » fait référence à l'envergure du projet. Il est aussi fréquent de retrouver l'expression « périmètre du projet » comme équivalent. Ces deux termes adressent donc l'ampleur du projet sous tous ses aspects mais également les frontières de celui-ci en faisant la nette distinction entre ce qui est partie prenante du projet et ce qui ne l'est pas. Ultimement, les éléments inclus dans ce périmètre devront avoir une résonance dans le budget. Ceci s'apparente grandement à l'estimation de la taille d'un logiciel pour le développement de systèmes traditionnels. En effet, dans le cas de développements traditionnels, la taille du logiciel à développer est considérée comme le paramètre le plus important parmi ceux qui influencent les coûts. De façon similaire ici, il s'agit de se concentrer sur les traits généraux d'un projet ERP afin d'obtenir un aperçu général des moyens financiers et humains à mobiliser pour atteindre les objectifs fixés. Dans le cadre d'une implantation de systèmes ERP, les facteurs suivants sont considérés pour obtenir une idée globale des coûts :

- Nombre de processus.
- Nombre de modules et sous modules.
- Nombre de fonctionnalités.
- Nombre d'utilisateurs.
- Nombre d'interfaces systèmes.
- Nombre de rapports.

- Volumes (clients, fournisseurs, documents).
- Nombre de sites.
- Nombre et compétence des ressources disponibles.
- Stratégie d'implantation (vanille ou non).
- Complexité des processus et des fonctions d'affaire.
- Souplesse à modifier les processus ou non.
- Degré de préparation au changement.

L'objectif principal est de cibler le nombre de ressources requis pour l'implantation de chaque module. Il faut également tenir compte des compétences de l'équipe interne pour estimer le risque associé au projet. Il s'agit d'avoir la meilleure connaissance possible de l'entreprise donc il est souhaitable d'avoir les meilleures ressources possibles. Finalement, les coûts varient beaucoup en fonction de la qualité de la gestion du changement qui est opérée.

5.1.4. La contingence

Les clients cherchent à éviter les dépassements de coût donc ils prennent en compte les aspects suivants pour leur estimation :

- Les offres de service de la part des intégrateurs (réponse à leur appel d'offre).
- Leurs propres coûts internes (souvent non inclus dans les estimés des intégrateurs) conjugués à la complexité organisationnelle.
- Une marge de sécurité qu'on appelle « contingence ».

De leur côté, les intégrateurs cherchent à gagner un contrat en prenant compte des facteurs suivants :

- Leurs taux horaires souhaités (leurs revenus).
- Les prix des concurrents sur le marché.
- La qualité du personnel chez le client (sont-ils productifs et compétents ?).

Dans le passé, les contrats signés étaient majoritairement des contrats « Time and Material ». Les clients étaient facturés pour le nombre d'heures réalisées par les intégrateurs pour atteindre les objectifs fixés. Il n'y avait aucun engagement de la part des intégrateurs concernant le temps nécessaire. L'escalade des coûts était un phénomène couramment observé. Désormais, les « contrats forfaitaires » ou « fixed bids » sont de plus en plus fréquents car le marché des ERP est devenu un marché de commodités. L'offre étant supérieure à la demande, les clients ont désormais plus de pouvoir de négociation. Cela s'apparente grandement à la méthode d'estimation « Price-to-Win » qui se base sur le budget du client et non sur l'effort réel à produire. Si l'estimation initiale ne convient pas, il est fréquent de modifier les estimateurs pour satisfaire le client. Cette pratique occasionne souvent des heures supplémentaires pour l'équipe de projet.

Dans une économie de marché, les intégrateurs sont amenés à accepter des contrats forfaitaires en excluant parfois des parties du projet pour se protéger. En effet, il y a souvent de l'information manquante au moment de l'évaluation initiale donc certaines parties ne seront évaluées que plus tard lorsque toute l'information sera disponible. Des « banques de temps » peuvent aussi être négociées dans le cas de dépassement des échéances c'est-à-dire que les deux parties s'entendent au préalable sur un taux horaire à appliquer. Il s'agit le plus souvent d'un taux horaire agressif et compétitif.

Même si dans certains contextes d'affaires précis, il n'y a pas vraiment de dépassements possibles car les taux sont fixes et les montants des contrats le sont aussi, il est courant de prévoir un montant d'argent dédié à des fonctionnalités ou des spécifications qui vont apparaître durant le projet et qui n'ont pas été identifiées formellement au moment de l'estimation initiale.

Les risques de dépassement de coûts sont donc désormais transférés à l'intégrateur qui s'engage à livrer son service pour un montant fixe. De même, il y a une tendance à partager les risques et les bénéfices entre clients et intégrateurs afin de s'assurer de l'engagement des deux parties dans l'effort d'implantation.

Cette nouvelle tendance de contrats par forfaits a forcé les intégrateurs à changer quelques aspects de leur processus d'estimation. Ils doivent désormais :

- Prendre en compte des facteurs de risque.
- les rôles et responsabilités de chacun (spécifications).
- Définir plus précisément le « scope » du projet.

Ceci conclut l'analyse consacrée à l'approche d'estimation. Il vient d'être expliqué que les estimations faites par les clients incluent davantage de coûts que celles faites par les intégrateurs car elles couvrent tout le projet. D'autre part, il a été dit que la majorité des experts utilisaient une approche « Top-Down » pour estimer les coûts et que les facteurs liés au « scope » du projet permettaient d'obtenir une première estimation grossière. Finalement, il a été expliqué que les experts se protégeaient dans leurs estimations en introduisant de la contingence mais qu'ils pouvaient aussi modifier leurs estimés pour faire face à la concurrence.

La partie suivante présente la nouvelle structure de coûts.

5.2. Structure des coûts : une vision optimale

Le premier objectif de la recherche consiste à établir une structure de coûts propre aux implantations de systèmes ERP. Une synthèse des critiques des experts vis à vis de la structure des coûts initialement issue de la revue de littérature et des idées d'amélioration basées de réelles approches pratiques ont déjà été exposées dans le chapitre précédent. La partie suivante propose une nouvelle structure optimale. Elle est suivie de justifications pour chacun des changements apportés par rapport à la structure initiale.

Tableau 34. Structure des coûts finale.

Réingénierie des processus	Ressources Humaines	Réalisation	Gestion de projet	Infrastructure technologique
Analyse de l'existant.	Remplacement temporaire des ressources.	Analyse et conversion des données.	Suivi de projet	Équipement et Matériel informatique.
Conception du nouveau processus.	Formation de l'équipe de projet.	Configuration.	Gestion du changement.	Licences ERP.
	Formation des utilisateurs finaux.	Développement de rapports et formulaires personnalisés.	Centre de compétences.	Licences des logiciels de support.
		Développement des interfaces systèmes.	Frais de déplacements.	Administration réseau et sécurité.
		Tests intégrés.		Maintenance post implantation.

La nouvelle structure comporte cinq catégories (au lieu de quatre initialement) et dix-neuf sous catégories (au lieu de quatorze initialement). Si on compare cette structure avec l'ancienne, on s'aperçoit que le découpage est beaucoup moins départemental et comptable. Les catégories et sous catégories retenues sont davantage orientées vers les processus et sont moins transversales. Cela signifie que les nouvelles sous catégories de coûts assurent une meilleure concentration des coûts, évitant ainsi des dédoublements (cf. les coûts associés aux ressources internes et externes). De même, un effort a été fait pour fournir plus de cohérence à la structure en éliminant la présence de facteurs de coûts.

Ainsi les facteurs « Nombre de modules », « Nombre de sites », « Complexité de la structure organisationnelle » et « Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus » ont été supprimés. Dans le même ordre d'idée, l'élément « Stratégie » a lui aussi été ôté car il est considéré par la majorité des experts comme un facteur et non une sous catégorie de coûts.

Contrairement à ce qui a pu être mentionné plus haut, les catégories « Personnel » et « Réalisation » sont conservées mais leur contenu est grandement modifié afin de tenir compte des remarques faites à leur égard. Même si les activités de ces deux catégories sont intimement reliées, la catégorie « Réingénierie des processus » est volontairement conservée et dissociée de la catégorie « Réalisation » car l'estimation des coûts se fait de façon indépendante. Les quatre facteurs initialement présents sont remplacés par deux sous catégories de coûts fréquemment suggérées « analyse de l'existant » et « Conception du nouveau processus ».

La catégorie « Personnel » change de dénomination pour « Ressources humaines » afin de refléter la coexistence de ressources internes et externes. Les changements apportés visent à écarter des risques de redondance. Ainsi les deux sous catégories « Ressources internes » et « Ressources externes » ont été supprimées car les coûts associés à ces deux types de ressources sont déjà comptabilisés lors de l'évaluation de l'effort dans les autres catégories. De même, la sous catégorie « Équipe de projet » a été supprimée car elle était constituée de ressources internes et externes aussi. Comme cela a été suggéré, la sous catégorie « Formation » a été conservée et divisée en deux sous catégories « Formation de l'équipe de projet » et « Formation des utilisateurs finaux » car cela implique des besoins différents donc deux évaluations indépendantes. Finalement, la sous catégorie « Remplacement temporaire des ressources » est introduite car de nombreuses ressources dédiées au projet doivent être remplacées pendant la durée du projet.

La catégorie « Réalisation » a elle aussi été modifiée car le terme « intégration » était trop vague. Ce dernier a laissé place à la création de quatre différentes sous catégories « Configuration », « Développement de rapports et formulaires personnalisés »,

« Développements des interfaces systèmes » et « Tests intégrés ». Ceci reflète une réalité lors de l'estimation de l'effort. Ces quatre éléments sont traités de façon indépendante. Finalement la sous catégorie « Matériel et logiciels » migre vers la catégorie « Infrastructure technologique » pour des raisons évidentes.

La catégorie « Gestion de projet » ne conserve que sa sous catégorie « Gestion du changement » qui a été validée par tous les experts. Cependant la sous catégorie « Stratégie » est définitivement vue comme un facteur de coûts tandis que la sous catégorie « Coordination » devient la sous catégorie « Suivi de projet ». Cette dernière inclut la planification à long terme ainsi que le contrôle de la qualité tout au long du projet. En outre, il a été fortement suggéré d'introduire la sous catégorie « Centre de compétence » pour refléter les besoins fonctionnels post implantation. Ceci implique des coûts car des ressources humaines sont mobilisées à temps plein pour faire vivre ce centre. Finalement, il ressort que les « Frais de déplacements » peuvent constituer une part importante des coûts de gestion de projet, surtout dans le contexte d'implantation multi sites.

Pour finir la catégorie « Infrastructure technologique » est introduite dans la structure afin de regrouper des coûts liés à la technologie. Ainsi la sous catégorie « Équipement et matériel informatique » concentre les frais associés à la base de données, aux serveurs, aux terminaux, au câblage, aux imprimantes, etc.... Deux sous catégories comptabilisent les coûts liés à l'achat de logiciels : « Licences ERP » et « Licences des logiciels de support ». En plus, les frais d'administration BASIS sont regroupés sous la sous catégorie « Administration, réseau et sécurité » qui met en place l'infrastructure technologique. Finalement, des coûts de support post implantation sont pris en compte dans la sous catégorie « Maintenance post implantation ».

Cette structure de coûts optimale basée sur les critiques et les recommandations faites par les gestionnaires est la réponse au premier objectif. Le deuxième objectif consiste à associer une méthode d'estimation particulière à chacune des catégories de coûts retenues. C'est l'objet de la partie suivante.

5.3. Méthodes d'estimation : une approche par catégorie de coûts

Le deuxième objectif de la recherche vise à identifier la méthode d'estimation la plus adaptée pour chacune des catégories de coûts retenues dans la structure finale. Voici un rappel des suppositions qui avaient été formulées à priori en fin de revue de littérature, la structure initiale comportait alors seulement quatre catégories :

Tableau 35. Ancienne synthèse des méthodes d'estimation associées aux catégories.

Catégories de coûts	Méthode la plus adaptée	Précisions
Réingénierie des processus	Jugement Expert	Échelle de Likert pour évaluer la complexité organisationnelle et l'expérience en réingénierie.
Personnel	Modèle linéaire	$Effort = \sum_{\substack{i=0; \\ k=0}}^n A_{i,k} C_k$ <p>$A_{i,k}$ est la durée que consacre la ressource k à l'activité i. C_k représente le coût pour la ressource k (\$/jour).</p>
Réalisation	Points de fonctions	L'étendue des activités est bien évaluée grâce à cette méthode qui prend également en compte la complexité des opérations.
Gestion de projet	Modèle linéaire + Jugement Expert	Le modèle linéaire utilise des paramètres tangibles en entrée et est calibrée par des indices tels la stratégie de déploiement envisagée et la capacité de l'entreprise à opérer la gestion du changement.

La structure finale comporte désormais cinq catégories avec l'ajout de la catégorie « Infrastructure technologique ». Il s'agit maintenant de confirmer ou invalider les suppositions précédentes à l'aide des résultats de la collecte de données et ce pour chacune des catégories retenues.

5.3.1. La catégorie « Réingénierie des processus »

Les entrevues menées sur le terrain ont permis de recueillir des expertises qui confirment les hypothèses formulées précédemment. Il ressort effectivement que les coûts reliés à la catégorie « Réingénierie des processus » sont estimés par l'intermédiaire de méthodes non paramétriques : le jugement expert et l'estimation par analogie.

Étant donné, le peu de données quantifiables dans cette catégorie, l'estimation est basée sur l'expérience des experts, c'est-à-dire sur les projets passés réalisés par les intégrateurs. Parmi les techniques recensées, sept des dix experts ont mentionné que l'estimation par consensus était la plus pratiquée. Les personnes chargées de l'estimation cherchent un consensus unanime sur une seule estimation après une discussion. En plus de l'analogie avec des projets passés et des années d'expérience, l'estimation doit tenir compte de signes intangibles identifiables chez le client. Une connaissance approfondie de l'entreprise du client favorise donc une estimation plus fiable. La marge d'erreur moyenne observée dans la pratique avoisine 30%. Cette grande variabilité peut être expliquée par le caractère subjectif de cette approche qui dépend majoritairement de l'opinion d'un expert tout en sachant qu'il arrive même aux meilleurs de se tromper. Certains cas montrent que l'estimation n'est pas faite par plusieurs experts mais uniquement par une seule personne responsable de l'estimation. De plus, une des contraintes de cette méthode réside dans la difficulté de recenser des projets aux caractéristiques suffisamment semblables pour être comparés.

La démarche d'estimation est effectuée de manière « Top-Down » c'est-à-dire en progressant du général au particulier : grande fonction, module, processus, sous-processus et activité. Les principaux facteurs pris en compte lors de l'estimation sont le nombre de processus, le nombre d'utilisateurs, la complexité organisationnelle et le degré de maturité de l'entreprise face au changement.

5.3.2. La catégorie « Ressources humaines »

Comme supposé à l'issue de la revue de littérature les experts ont confirmé que les coûts associés à cette catégorie s'estimaient avec à une méthode paramétrique, soit un modèle linéaire dans ce cas précis.

Comme mentionné plus haut, le contenu de cette catégorie a été grandement modifié car la présence de sous catégories comme « Ressources internes », « Ressources externes » et « Équipe de projet » occasionnait des redondances. Les coûts associés aux ressources qui prennent part à des activités du projet sont désormais comptabilisés une seule fois lors de l'estimation de l'effort de ces activités. Ces dernières sont principalement regroupées sous la catégorie « Réalisation ». La catégorie « Ressources humaines » comporte désormais deux types de coûts : ceux liés à la formation et ceux liés au remplacement temporaire des ressources dédiées au projet. L'utilisation d'un modèle linéaire (méthode paramétrique) se prête bien à l'estimation de ces coûts.

Pour la formation d'un côté, il suffit de connaître les honoraires des formateurs et le nombre de cours différents à dispenser en fonction du nombre d'utilisateurs et de l'équipe de projet. L'expérience passée des intégrateurs permet de suffisamment bien cibler le type et le nombre de cours requis en fonction des différents rôles assignés aux utilisateurs tandis que les tarifs de formation sont disponibles sur demande.

$$Effort = \sum_{\substack{i=0; \\ k=0}}^n A_{i,k} C_k$$

$A_{i,k}$ est la durée que consacre le formateur k à dispenser le cours de type i .

C_k représente le coût pour le formateur k (\$/jour).

D'un autre côté, les coûts associés au remplacement des ressources temporaires se calculent également avec un modèle linéaire. Il s'agit de prendre en compte la durée du remplacement et le salaire du remplaçant.

$$Effort = \sum_{\substack{i=0; \\ k=0}}^n A_{i,k} C_k$$

$A_{i,k}$ est la durée pendant laquelle la ressource k remplace la ressource i .

C_k représente le salaire de la ressource k (\$/jour).

Dans les deux cas, plusieurs facteurs servent à estimer les paramètres i et k . Parmi les facteurs les plus importants figurent le nombre de modules implantés, le nombre d'utilisateurs, la stratégie de déploiement et la rareté des ressources disponibles.

La marge d'erreur moyenne observée sur le terrain avoisinait les 20% mais ce chiffre a été obtenu par les experts en se basant sur l'ancienne structure. Ce chiffre peut apparaître élevé mais il ne faut pas oublier que l'estimation de l'ancienne catégorie « Personnel » incluait l'estimation des coûts liés aux ressources internes et externes dédiées au projet. L'incertitude liée à l'estimation de l'effort dans certaines activités de configuration et développements techniques pourrait expliquer le niveau élevé de ce taux de 20%. L'auteur a l'intuition que la marge d'erreur liée à la nouvelle catégorie « Ressources humaines » serait beaucoup plus faible étant donné la simplicité d'utilisation des modèles linéaires et la disponibilité des paramètres pour cette estimation.

5.3.3. La catégorie « Réalisation »

Les informations extraites de la revue de littérature laissent penser que les coûts associés à cette catégorie pouvaient être estimés à l'aide de méthodes paramétriques telle la méthode par points de fonctions. Cependant, il ressort que les démarches d'estimation utilisées sur le terrain sont moins formalisées que la théorie ne laisse espérer. En effet, tous les experts sans aucune exception ont spécifié que les coûts reliés à la catégorie « Réalisation » sont généralement obtenus par l'intermédiaire de méthodes non paramétriques comme le jugement expert ou l'estimation par analogie.

Dans cette catégorie, le défi de l'estimation consiste à trouver combien de jours-personnes sont nécessaires à la réalisation des tâches. Dans la majorité des cas, l'estimation se base sur l'expérience passée des intégrateurs et sur l'historique des projets passés. Il arrive même qu'on utilise des méthodes proportionnelles aussi simples que d'estimer qu'un intégrateur est nécessaire pour chaque groupe de trois personnes chez le client. Plus généralement, le nombre de jours de travail nécessaire par processus est calculé grâce à l'expérience des intégrateurs qui se basent sur les montants moyens des appels d'offre. Ils se laissent une marge de manœuvre en plus pour compenser des oublis ou des changements en cours de projet.

Dans la nouvelle structure, les trois sous catégories « Configuration », « Développement de rapports et formulaires personnalisés » et « Développement des interfaces systèmes » sont issues de l'ancienne sous catégorie « Intégration ». Il s'avère qu'elles ont des caractéristiques communes quant à leur mode d'évaluation. Huit expert sur les dix experts interviewés distinguent différents niveaux de complexité basés sur des ratios qui tiennent compte des spécifications fonctionnelles détaillées afin d'évaluer les risques, puis déterminent le nombre de ressources nécessaires et finalement appliquent de la contingence. Les deux autres experts utilisent des comparaisons avec les projets passés plutôt que des classifications par niveaux de complexité. Il existe des barèmes pour

chaque industrie qui fournissent une sorte de « benchmark » c'est-à-dire des indications sur le niveau d'effort à fournir.

La démarche d'estimation consiste le plus souvent en un découpage par module, processus, sous processus et activité. Parmi les facteurs les plus importants, il faut retenir : le nombre de modules, le nombre de sites, le volume des transactions, la complexité des développements et la compétence des développeurs comme des ressources internes.

La marge moyenne d'erreur avoisine le taux de 30%. À cette étape, les dérapages budgétaires peuvent exister surtout si des modifications sont apportées au « scope » ou aux spécifications en cours de projet. Pour l'estimation des coûts liés aux développements, il arrive fréquemment de se tromper même si on a des barèmes car la complexité des développements et la qualité des ressources dont on dispose sont mal évaluées.

5.3.4. La catégorie « Gestion de projet »

Les experts (six d'entre eux) ont sensiblement confirmé les suppositions faites à l'issue de la revue de littérature car les coûts liés à cette catégorie sont estimés par l'intermédiaire d'un modèle linéaire et par analogie. La seule différence réside dans le fait qu'on estime davantage par analogie que par jugement expert.

La nouvelle catégorie comporte désormais des coûts de suivi de projet, gestion du changement, de support et de logistique. Sept experts sur les dix interviewés ont déclaré qu'il existait des barèmes de référence très bien acceptés dans le milieu. Il est généralement reconnu que les coûts de gestion de projet représentent environ quinze pourcent du budget total. Cela correspond généralement aux salaires d'une à trois personnes à temps plein. La plupart du temps, il s'agit d'un gestionnaire de projet à l'interne et d'un chef de projet à l'externe. Il n'est pas improbable d'avoir également un chef d'équipe pour chacun des modules qui prend part à la gestion de projet. Il faut donc comptabiliser des coûts pour les chefs d'équipes fonctionnelles dont on sous estime beaucoup le temps qu'ils consacrent à cette activité.

Selon neuf experts sur 10, la gestion du changement est un facteur de succès déterminant mais il n'y a pas de réelle variation de coûts entre les estimés et les coûts réels. Son importance est souvent sous estimée mais lorsqu'on veut l'estimer, on a pas trop de problème à évaluer l'effort requis. Il s'agit le plus souvent de coûts associés à la préparation de séance de sensibilisation et de communication. Là encore, si le client est prêt à payer pour ça, il s'agit d'une personne à temps plein.

D'autre part, plus il y a de ressources à l'interne, plus il va y avoir besoin de coordination. Il faut également tenir compte de ces frais liés à la coordination, à la planification, à la gestion de la qualité et à la motivation du personnel.

L'importance des coûts reliés au centre de compétence varie grandement en fonction de l'envergure du projet. Si cela peut représenter une à deux personnes ressources après le

départ des intégrateurs, il existe aussi des structures regroupant plusieurs dizaines de personnes. L'estimation de ces coûts dépend donc fortement de la stratégie du client post implantation car c'est linéairement dépendant du nombre de personnes dédiées à ce centre.

Finalement les frais de déplacements dépendent fortement du nombre de sites et de l'envergure du projet. Ces dépenses s'anticipent assez bien grâce à l'expérience des intégrateurs.

Parmi les principaux facteurs, il faut retenir : l'envergure du projet, la structure de l'équipe de projet et le niveau de support souhaité par le client après l'implantation.

La marge d'erreur avoisine le taux de 15%. La gestion de projet représente la catégorie de coût la plus malléable, c'est-à-dire que l'on peut couper dans les estimés si des problèmes surgissent ailleurs.

5.3.5. La catégorie « Infrastructure technologique »

Les coûts associés à cette catégorie sont estimés par l'intermédiaire d'un modèle linéaire accompagné d'un jugement expert pour déterminer la valeur des paramètres. Parmi les dix experts rencontrés, huit d'entre eux avaient déjà eu l'opportunité d'être responsable de l'estimation des coûts associés à l'infrastructure technologique et tous ont confirmé cette approche.

Cette catégorie a été créée en tenant compte des suggestions des experts qui recommandaient d'estimer les coûts reliés à l'infrastructure technologique de façon indépendante du reste. Pour l'ensemble de l'équipement informatique, les estimés sont basés sur les spécifications techniques et sur des études volumétriques (nombre de transactions et le nombre de documents souhaités). Il s'agit simplement d'un inventaire des besoins en fonction des spécifications du système.

Pour obtenir les estimés, les dix experts ont mentionné que la pratique générale consistait à lancer des appels d'offre à des compagnies spécialisées pour obtenir des devis. Ces dernières proposent des cotations très fiables en fonction des métriques contenues dans les spécifications et leur expérience dans de tels projets.

Les coûts de licences sont linéairement dépendants du nombre d'utilisateurs concourants dans l'organisation. Le prix des licences dépend du fournisseur mais les montants sont connus en avance avec précision. Il en va de même pour les logiciels de support qui dépendent eux aussi du nombre d'utilisateurs mais aussi des plateformes informatiques dont ils sont directement dérivés.

Finalement, les coûts d'administration du réseau et de gestion de la sécurité correspondent à l'emploi d'une personne à temps plein qui assure la maintenance de l'infrastructure.

Parmi les facteurs intervenant dans cette catégorie de coûts, il faut retenir : le nombre et le profil des utilisateurs, les volumes de transactions, le nombre de documents à traiter.

La marge moyenne d'erreur avoisine le taux de 7%. Cela reflète bien l'exactitude des estimations fournies par les compagnies spécialisées et l'expérience des acteurs dans ce domaine. Les seuls risques de dérapage proviennent du changement des spécifications en cours de projet.

5.3.6. Tableau synthèse des méthodes d'estimation

Après avoir identifié une nouvelle structure de coûts, le tableau suivant présente la synthèse des méthodes d'estimation associées à chacune des catégories de coûts.

Tableau 36. Nouvelle synthèse des méthodes d'estimation associées aux catégories (opinion des experts interviewés).

Catégories de coûts	Méthode la plus adaptée	Précisions
Réingénierie des Processus	Jugement Expert + Analogie	Estimation par consensus en tenant compte de signes intangibles chez le client. Approche « Top-Down ».
Ressources humaines	Modèle linéaire	$Effort = \sum_{\substack{i=0; \\ k=0}}^n A_{i,k} C_k$ <p>$A_{i,k}$ est la durée que consacre le formateur k à dispenser le cours de type i. C_k représente le coût pour le formateur k (\$/jour).</p> $Effort = \sum_{\substack{i=0; \\ k=0}}^n A_{i,k} C_k$ <p>$A_{i,k}$ est la durée pendant laquelle la ressource k remplace la ressource i. C_k représente le salaire de la ressource k (\$/jour).</p>
Réalisation	Jugement Expert + Analogie	Les estimations sont basées sur des ratios par industrie, sur le niveau de complexité des développements et sur la qualité des ressources qui sont dédiées au projet.
Gestion de projet	Modèle linéaire + Analogie	Les coûts de gestion de projet correspondent généralement à une à trois personnes à temps plein. Les coûts liés au centre de compétence sont linéairement dépendants des ressources dédiées à ce centre.
Infrastructure Technologique	Modèle linéaire + Jugement Expert	Les coûts d'équipement sont estimés en fonction des spécifications par l'intermédiaire d'appels d'offre. Les licences dépendent directement du nombre d'utilisateurs tandis que les coûts d'administration représentent une personne à temps plein.

À ce stade de l'analyse, une nouvelle structure finale a été présentée en réponse au premier objectif de la recherche (tableau 34). Cette partie vient d'adresser le deuxième objectif de la recherche, c'est-à-dire associer une méthode d'estimation à chaque catégorie (tableau 36). La partie suivante adresse le troisième et dernier objectif en proposant une synthèse des facteurs à retenir pour estimer chacune des sous catégories de coûts retenues dans la nouvelle structure.

5.4. Facteurs de coûts : une synthèse

Les parties précédentes ont répondu aux premiers objectifs de la recherche c'est-à-dire établir une structure de coûts propre aux implantations ERP et identifier la méthode d'estimation la plus appropriée pour chacune des catégories de coûts. La partie suivante correspond au troisième objectif qui consiste à identifier quels sont les facteurs de coûts à considérer dans les estimations.

Premièrement, les facteurs à garder parmi ceux issus de la liste initiale seront sélectionnés. Ensuite une redistribution des facteurs dans les nouvelles sous catégories sera proposée. Finalement un tableau synthèse fera le portrait de l'ensemble des facteurs supportant la nouvelle structure.

5.4.1. Les facteurs à conserver parmi ceux de la liste initiale

Une longue liste de facteurs répartis par sous catégories de coûts ont été soumis à l'avis des experts. La majorité des facteurs ont été validés tandis que d'autres ont été écartés. Cette partie fait l'analyse des résultats compilés dans le tableau de l'annexe 7.

Tout d'abord, seules les facteurs des sous catégories conservées dans la structure finale seront étudiés ici. Ainsi les facteurs des sous catégories suivantes ne seront pas considérés dans cette analyse : Ressources internes, Ressources externes, Structure de l'équipe de projet et Stratégie. Néanmoins certains facteurs des sous catégories appelées à disparaître de la structure finale se retrouvent répartis dans d'autres sous catégories créées. Le tableau suivant présente ces changements. La colonne de gauche indique l'ancienne sous catégorie à laquelle appartenaient les facteurs tandis que la colonne de droite indique les nouvelles sous catégories dans lesquelles les facteurs seront répartis.

Tableau 37. Migration des facteurs vers des nouvelles sous catégories de coûts.

Anciennes Sous catégories	Nouvelles sous catégories
Réingénierie des processus	Répartis dans « Analyse de l'existant » et « Conception du nouveau processus ».
Formation	Répartis dans « Formation de l'équipe de projet » et « Formation des utilisateurs finaux ».
Intégration	Répartis dans « Configuration », « développements de rapports et formulaires personnalisés » et « Développement des interfaces systèmes ».
Matériels et logiciels	Répartis dans « Équipement et matériel informatique », « Licences ERP » et « licences des logiciels de support ».
Coordination	Répartis dans « suivi de projet ».

En se basant sur les résultats présentés dans l'annexe 7, tous les facteurs ayant accumulé des scores moyens supérieurs à 2 seront conservés car cela signifie que la majorité des experts ont jugé que ces facteurs influençaient de façon « importante » ou « déterminante » les coûts de la sous catégorie à laquelle ils appartiennent. À l'inverse tous les facteurs ayant accumulé des scores moyens inférieurs à 1,5 seront éliminés car cela signifie que la majorité des experts ont jugé que ces facteurs n'influençaient pratiquement pas ou pas du tout les coûts de la sous catégorie à laquelle ils appartiennent. Pour les facteurs restants, avec des scores moyens compris entre 1,5 et 2, une analyse sera effectuée au cas par cas. Il est déjà possible d'affirmer que les facteurs ayant été qualifiés de « non pertinent » ou « faible importance » par cinq experts ou plus seront éliminés. Les autres feront l'objet d'une discussion.

La majorité des experts ont suggéré de remplacer le facteur « Nombre de modules » par « Nombre de processus » car cela représentait davantage la réalité lors de l'estimation des coûts. À partir de ce stade, ce sera donc le terme suggéré par les experts qui sera utilisé.

En appliquant ces critères aux résultats contenus dans le tableau de l'annexe 7, voici les facteurs qui sont validés. Certains facteurs ont été répartis dans les nouvelles sous catégories en suivant la procédure proposée dans le tableau 25. Ce tableau adresse seulement les facteurs des sous catégories présents dans la liste initiale et ceux qui sont répartis dans certaines des nouvelles sous catégories, c'est-à-dire quinze des dix-neuf sous catégories présentes dans la nouvelle structure. Les facteurs des sous catégories « Remplacement des ressources temporaires », « Centre de compétence », « Frais de déplacements » et « Administration réseau et sécurité » seront traités plus loin dans cette partie car ils ne figuraient pas dans la liste initiale des facteurs soumis aux experts pour avis.

Tableau 38. Critères de sélection des facteurs appliqués aux résultats de l'annexe 7.

SOUS CATEGORIES	VALIDÉS (SCORE ≥ 2)	INDÉTERMINÉS (SCORE ENTRE 1,5 ET 2)	ÉLIMINÉS (SCORE ≤ 1,5)
Analyse de l'existant	Nombre de processus, Nombre de sites et Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus.	Complexité de la structure organisationnelle.	
Conception du nouveau Processus	Nombre de processus, Nombre de sites et Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus.	Complexité de la structure organisationnelle.	
Formation de l'équipe de projet	Nombre de processus, Nombre de sites et Niveau de connaissance préalable des participants.	Nombre de membres de l'équipe de projet.	Qualité du matériel de formation.
Formation des utilisateurs Finaux	Nombre d'utilisateurs finaux, Nombre de processus, Nombre de sites et Niveau de connaissance préalable des participants.		Qualité du matériel de formation.
Analyse et conversion des données	Nombre et caractéristiques des systèmes existants, Volume d'historique à convertir et mécanisme de conversion des données.		Méthode d'analyse des données.
Configuration	Nombre de processus.	Nombre de sites.	
Développement des rapports et des formulaires personnalisés	Modification du code, Nombre et complexité de rapports.	Nombre de sites et compétence des développeurs.	
Développement des interfaces systèmes	Nombre et caractéristiques des systèmes existants, Modification du code, Nombre et complexité des interfaces.	Nombre de sites et compétence des développeurs.	
Tests intégrés	Étendue des tests.		
Suivi de projet	Nombre de sites et Nombre de processus.	Étendue du réseau de communication.	
Gestion du changement	Variabilité de l'étendue du projet, Support de la haute direction, Capacité de l'organisation à changer et Résistance au changement.		
Équipement et matériel informatique	Spécifications techniques.		
Licences ERP	Nombre d'utilisateurs ERP.		
Licences des logiciels de support	Nombre d'utilisateurs des logiciels de support.		
Maintenance post implantation	Nombre de sites.		

D'après le tableau précédent, il ressort que neuf cas sont indéterminés par le critère des scores. Il convient donc de les examiner au cas par cas.

Le facteur « complexité de la structure organisationnelle » a été qualifié six fois comme « important » et une fois comme « déterminant ». Avec sept experts sur dix qui le jugent au moins « important », ce facteur sera conservé.

Le facteur « Nombre de membres de l'équipe de projet » a été jugé au moins important par six experts sur dix. De plus, la plupart des experts qui ont suggéré la création d'une sous catégorie « Formation de l'équipe de projet » ont mentionné l'importance de ce facteur. Il sera donc lui aussi conservé.

Le facteur « Nombre de sites » a été qualifié d'au moins « important » par la majorité des experts et aucun ne l'a jugé « non pertinent ». Il sera donc conservé.

Le facteur « compétence des développeurs » a été qualifié sept fois sur dix comme « important » et il n'a jamais été qualifié de « non pertinent ». Il sera donc conservé.

Finalement, le facteur « Étendue du réseau de communication » a été jugé quatre fois sur dix comme « non pertinent » ou de « faible importance ». Les experts mentionnaient davantage le nombre de sites, le nombre de processus et l'ampleur de l'équipe de projets comme des facteurs pertinents. Ce facteur sera donc écarté des résultats finaux.

Le tableau suivant résume ces résultats d'analyse.

Tableau 39. Tri des facteurs soumis à la discussion.

Facteurs indéterminés	Validés	Rejetés
Complexité de la structure organisationnelle*	X	
Nombre de membres de l'équipe de projet	X	
Nombre de sites*	X	
Compétence des développeurs*	X	
Étendue de réseau de communication		X

* ces facteurs sont présents dans deux sous catégories ou plus.

Cette partie vient de sélectionner les facteurs à retenir parmi ceux proposés dans la liste initiale. Ils ont été répartis dans les sous catégories de la nouvelle structure de coûts. La partie suivante analyse les facteurs qui ne faisaient pas partie de la liste initiale mais que les experts ont mentionné au cours des entrevues.

5.4.2. Les nouveaux facteurs des nouvelles sous-catégories

Lors du processus d'entrevues, plusieurs experts ont suggéré la création de nouvelles sous catégories et certaines d'entre elles figurent désormais dans la nouvelle structure. Par conséquent les facteurs liés à ces nouvelles sous catégories n'ont pas pu être soumis à l'ensemble des experts. Cependant, parmi ces facteurs, il est possible d'en identifier certains qu'il serait très pertinent d'inclure dans la liste finale. Encore une fois, ceci doit être fait avec la plus grande précaution car aucun d'entre eux n'a été soumis à l'examen de l'ensemble des experts.

Voici les quatre nouvelles sous catégories qui n'ont pas encore été traitées. Elles sont accompagnées de facteurs suggérés par les experts.

Tableau 40. Facteurs hypothétiques pour les nouvelles sous catégories.

Nouvelles Sous catégories	Facteurs proposés par certains experts mais non validés
Remplacement des ressources temporaires	Nombre de personnes détachées de leur fonction, Durée de remplacement et Salaire du remplaçant.
Centre de compétence	Stratégie, Niveau de qualité visé, Nombre de processus et Nombre de sites.
Frais de déplacements	Nombre de membres de l'équipe de projet, Nombre de sites.
Administration réseau et sécurité	Nombre de sites, Nombre et Profil des utilisateurs finaux (rôles), Stratégie.

Ceci complète donc la liste des dix-neuf sous catégories. Une synthèse des facteurs à retenir est présentée dans la partie suivante.

5.4.3. Un tableau synthèse

Ce tableau présente le résultat de l'analyse de tous les facteurs de coûts impliqués dans la nouvelle structure. Lorsque cela s'appliquait, les noms des facteurs ont été remplacés par ceux suggérés par les experts. Il est important de mentionner que cette synthèse inclut également les facteurs (en italique) des quatre nouvelles sous catégories (*) qui n'ont pas été validés mais seulement mentionnés par certains experts.

Tableau 41. Synthèse finale des facteurs de coûts associés aux dix-neuf sous catégories de la structure finale.

SOUS CATÉGORIES	FACTEURS RETENUS DANS LA STRUCTURE FINALE
Analyse de l'existant	Nombre de processus, Nombre de sites, Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus et Complexité de la structure organisationnelle.
Conception du nouveau processus	Nombre de processus, Nombre de sites, Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus et Complexité de la structure organisationnelle.
Remplacement des ressources temporaires*	<i>Nombre de personnes détachées de leur fonction, Durée de remplacement et Salaire du remplaçant.</i>
Formation de l'équipe de projet	Nombre de processus, Nombre de sites, Niveau de connaissance préalable des participants et Nombre de membres de l'équipe de projet.
Formation des utilisateurs finaux	Nombre d'utilisateurs finaux, Nombre de processus, Nombre de sites, Niveau de connaissance préalable des participants.
Analyse et conversion des données	Nombre et caractéristiques des systèmes existants, Volume d'historique à convertir et Mécanisme de conversion des données.
Configuration	Nombre de processus et Nombre de sites.
Développement des rapports et	Modification du code, Nombre, Complexité des

SOUS CATÉGORIES	FACTEURS RETENUS DANS LA STRUCTURE FINALE
des formulaires personnalisés	rapports, Nombre de sites et compétence des développeurs.
Développement des interfaces systèmes	Nombre et caractéristiques des systèmes existants, Modification du code, Nombre, Complexité des interfaces Nombre de sites et compétence des développeurs.
Tests intégrés	Étendue des tests.
Suivi de projet	Nombre de sites et Nombre de processus.
Centre de compétence*	<i>Stratégie, Niveau de qualité visé, nombre de processus et nombre de sites.</i>
Frais de déplacements*	<i>Nombre de membres de l'équipe de projet, Nombre de sites.</i>
Gestion du changement	Variabilité de l'étendue du projet, Support de la haute direction, Capacité de l'organisation à changer et Résistance au changement.
Équipement et matériel informatique	Spécifications techniques.
Licences ERP	Nombre d'utilisateurs ERP.
Licences des logiciels de support	Nombre d'utilisateurs des logiciels de support.
Administration réseau et sécurité*	<i>Nombre de sites, Nombre et Profil des utilisateurs finaux (rôles) et Stratégie.</i>
Maintenance post implantation	Nombre de sites.

Ceci conclut l'analyse des facteurs de coûts liés à la nouvelle structure. La partie suivante conclut le chapitre.

5.5. Conclusion du chapitre

Ce chapitre avait pour mandat de répondre aux trois objectifs de la recherche à travers l'analyse des données récoltées auprès des divers experts.

Au préalable, la démarche d'estimation des experts a été expliquée en introduisant les notions de « périmètre de projet » et de « contingence » dans un contexte où deux visions différentes coexistent : celle de l'intégrateur et celle du client.

Une nouvelle structure de coûts, comportant cinq catégories et dix-neuf sous catégories, a été proposée (cf. tableau 25). Elle reflète davantage la décomposition des coûts dans la réalité. Ceci répond au premier objectif : établir une structure de coûts propre aux implantations ERP.

Chaque catégorie de coûts appartenant à cette nouvelle structure s'est vue attribuée une méthode d'estimation appropriée selon les experts. Le tableau 27 présente ces conclusions en donnant quelques détails pratiques. Ceci répond au deuxième objectif de la recherche : identifier la méthode d'estimation la plus adaptée pour chacune des catégories de coûts.

Finalement, l'ensemble des facteurs influençant les sous catégories de coûts ont été identifiés dans le tableau 32. Ils serviront de paramètre lors de l'estimation. Ceci répond au troisième et dernier objectif : identifier quels sont les facteurs de coûts utilisés comme paramètre dans les méthodes d'estimation retenues.

Le chapitre suivant conclut la recherche en rappelant les résultats, les implications pratiques, les limites et les avenues de recherche.

Chapitre 6 – Conclusion

Ce chapitre conclut la recherche en faisant une synthèse des résultats obtenus. Puis, il expose leurs implications pour la pratique et la recherche. Ensuite les limites de l'étude seront expliquées. Finalement, des avenues de recherches seront identifiées.

6.1. Synthèse des résultats

Au préalable il est nécessaire de faire un rappel de la démarche suivie. La recherche consistait à établir un modèle d'estimation des coûts propre aux implantations ERP. Pour ce faire, trois objectifs ont été fixés au préalable :

1. Établir une structure des coûts propre aux implantations ERP.
2. Identifier la méthode d'estimation la plus adaptée pour chacune des catégories de coûts.
3. Identifier quels sont les facteurs de coûts utilisés comme des paramètres dans les méthodes d'estimation retenues.

Pour les deux premiers points, il s'agissait plutôt d'une validation sur le terrain car une structure de coûts issue de la revue de littérature a été soumise à l'avis d'experts. Cependant le troisième objectif constituait davantage une exploration.

Après avoir fait la synthèse des critiques et des suggestions des experts, une nouvelle structure de coûts a été élaborée. Elle contient désormais cinq catégories et dix-neuf sous catégories. Le montant du budget total estimé correspond à la somme de chaque catégorie de coûts, ces dernières correspondant elles même à la somme de chacune des sous catégories qui les composent.

Tableau 42. Structure des coûts finale.

Réingénierie des processus	Ressources Humaines	Réalisation	Gestion de projet	Infrastructure technologique
Analyse de l'existant.	Remplacement temporaire des ressources.	Analyse et conversion des données.	Suivi de projet	Équipement et Matériel informatique.
Conception du nouveau processus.	Formation de l'équipe de projet.	Configuration.	Gestion du changement.	Licences ERP.
	Formation des utilisateurs finaux.	Développement de rapports et formulaires personnalisés.	Centre de compétences.	Licences des logiciels de support.
		Développement des interfaces systèmes.	Frais de déplacements.	Administration réseau et sécurité.
		Tests intégrés.		Maintenance post implantation.

Afin d'estimer chacune des catégories de coûts, des méthodes d'estimation appropriées ont été identifiées. Quatre catégories sur cinq sont estimées à l'aide d'une des deux méthodes non paramétriques suivantes : le « Jugement expert » ou « l'estimation par analogie ». La compétence des experts est donc un facteur prédominant de la qualité des estimés. Pour les catégories Réingénierie des processus et Réalisation, la méthode la plus adaptée consiste en une combinaison du Jugement expert et de l'estimation par analogie. Pour la catégorie Ressources humaines, les modèles linéaires se prêtent bien à l'estimation car les paramètres sont plus tangibles. Pour la catégorie Gestion de projet, Un modèle linéaire conjugué à une estimation par analogie permet facilement d'évaluer le nombre de ressources nécessaires. Finalement, pour la catégorie Infrastructure technologie, une combinaison du Jugement expert et d'un modèle linéaire permet d'estimer aisément les besoins en matériel et les coûts de licences. L'ensemble de ces résultats sont disponibles dans le tableau 27.

Finalement, les facteurs à considérer comme des paramètres dans ces méthodes d'estimation ont été identifiés. Ils sont regroupés dans le tableau 32 par sous catégories de coûts et ont tous été validés par les experts à l'exception des autres sous catégories identifiées par le symbole *. Les facteurs de ces quatre catégories ont seulement été suggérés par un expert ou plus. Il ressort que la plupart des facteurs suggérés ont été retenus par les experts et seulement trois d'entre eux ont été écartés : Qualité du matériel de formation, Méthode d'analyse des données et étendue du réseau de communication. Ainsi, les recherches existantes avaient permis de bien cibler les facteurs cependant aucune d'entre elles n'avaient permis de les classer en sous catégories de coût.

Ceci conclut la synthèse des résultats. La partie suivante présente les implications pour la recherche et la pratique.

6.2. Implications pour la pratique et la recherche

Sur le plan pratique, les résultats soulignent des causes de dépassements de coûts et proposent des voies pour y remédier. Avec la nouvelle structure de coûts élaborée, les gestionnaires peuvent prendre conscience du manque de formalisation de leurs méthodes d'estimation. En effet, il ressort que sur le terrain, ces méthodes sont moins formelles que les spécialistes en TI ne pourraient l'imaginer. Elles laissent beaucoup de place au « Jugement expert » ou au « Jugement par analogie » qui ont les défauts d'être peu précis et soumis à des biais car ils se basent sur la présence et la mémoire d'un expert. La seule méthode paramétrique identifiée est un modèle linéaire et ce dernier n'est pas toujours évident à implanter dans la réalité. Cette constatation est en quelque sorte une désillusion car elle traduit le manque de maturité de l'industrie vis-à-vis du processus d'estimation et constitue un sérieux contraste avec le niveau de perfectionnement des modèles théoriques.

Une autre explication des dépassements de coûts réside dans les effets pervers d'un contexte concurrentiel. Afin de gagner des contrats, la méthode d'estimation « Price to Win » est largement répandue et nuit gravement à la précision des estimés. Cette méthode est pourtant connue pour occasionner de très gros risques de dépassements.

La nouvelle structure de coûts accompagnée de ses facteurs de coûts révèlent les différences profondes qui existent entre l'évaluation de l'effort pour le développement de systèmes traditionnels et l'effort pour l'implantation d'un système ERP. Cela prouve bien que les méthodes d'estimation doivent être adaptées à cette nouvelle réalité. Dans cette perspective, on peut supposer que la nouvelle structure permettrait de faire des estimations beaucoup plus précises. Pour le confirmer, il faudrait la tester empiriquement. En effet, les catégories et sous catégories répertoriées permettent de s'assurer de couvrir toutes les sources de coûts. D'un autre côté, les méthodes d'estimation combinées aux facteurs recensés assurent des estimations plus fiables.

Sur le plan de la recherche, il est possible d'identifier plusieurs apprentissages. Tout d'abord, en se basant sur la littérature recensée, c'est la première fois qu'une structure de coûts propre aux implantations ERP est présentée. Cette dernière propose une classification des éléments de coûts en les dissociant par leur nature (coût direct et acteur de coût) et en mettant en évidence leurs liens, catégorie de coût vis-à-vis d'une sous catégorie de coût et facteurs de coûts vis-à-vis des sous catégories de coûts.

Deuxièmement, les résultats montrent qu'il existe une différence profonde entre la réalité du client et celle de l'intégrateur. Les coûts totaux d'un projet assumés par le client dépassent les simples coûts occasionnés par l'intégrateur. Cette recherche s'est attachée à intégrer ces deux visions et propose donc une vision complète des coûts associés à une implantation de systèmes ERP.

Troisièmement, la recherche a mis en évidence les spécificités liées au développement de systèmes ERP par rapport aux systèmes traditionnels. Il ressort que les méthodes paramétriques complexes élaborées pour l'estimation de systèmes traditionnels ne sont pas utilisées par les experts. Cela pourrait être le fruit d'un choix délibéré mais l'auteur pense au contraire que ces méthodes ne sont tout simplement pas utilisables dans le contexte d'une implantation ERP. Il est nécessaire de mettre à disposition des experts des méthodes plus simples d'utilisation et plus ancrées dans le réel en intégrant concrètement les facteurs de coûts identifiés.

Finalement, les résultats de cette recherche rappellent aux spécialistes qu'il est plus que jamais nécessaire d'établir un vocabulaire commun pour la recherche et la pratique. Certes les experts peuvent avoir des visions différentes entre eux vis-à-vis d'une démarche d'estimation, mais il y a aussi plusieurs cas qui montrent qu'une même chose peut avoir plusieurs dénominations différentes. Cela occasionne des malentendus ou des erreurs d'interprétation qui finissent par biaiser les estimés.

Ceci conclut les implications des résultats du point de vue de la pratique et de la recherche.

6.3. Limites de l'étude

Certaines limites doivent être considérées avant de tirer des conclusions. Les deux premières concernent l'échantillon, les deux suivantes s'appliquent à la méthode de collecte de données et finalement la dernière s'applique à la problématique choisie.

Tout d'abord, les résultats de la collecte de données ne présentent aucune information concernant les secteurs industriels auxquels appartiennent les projets. Cette étude ne permet donc pas de vérifier si les méthodes d'estimations et la structure de coûts varient d'un secteur à l'autre.

Ensuite, il est important de remarquer que les projets choisis sont de petite envergure quant aux budgets investis. La moyenne des coûts d'implantation d'un ERP s'élève à 20,6 M\$ (Metagroup, 2003) tandis que les moyennes des budgets étudiés dans cette recherche se situent entre 1,4M\$ et 18,5M\$. Cette étude ne permet donc pas de vérifier s'il existe des différences dans les modèles d'estimation pour les projets de grande envergure.

Une autre limite provient cette fois-ci de la méthode de collecte de données. L'auteur n'a pas accompagné les experts au cours de leurs projets. Il leur a simplement été demandé de faire appel à leur mémoire. Cette approche imparfaite peut laisser place à des imprécisions ou à des manques si les projets ont été réalisés plusieurs années en arrière.

De même, un autre biais peut tirer son origine des entretiens semi structurés réalisés par un seul interviewer. L'auteur est le seul à avoir interprété les réponses des experts dans le cadre d'une recherche qualitative, ce qui limite encore plus la capacité de généralisation.

Finalement, il ne faut pas oublier que la problématique touche à un sujet très sensible dans la mesure où elle adresse directement les dépenses d'une entreprise. Les chiffres sont souvent gardés volontairement secrets, ce qui nuit à la précision des études dans ce domaine, particulièrement à la validation des modèles.

6.4. Avenues de recherche

Cette recherche pose une première base de réflexion là où il reste tant de travail de recherche à faire si on en croit les spécialistes. La première démarche logique consisterait en une validation des résultats sur le terrain. Il serait bon de confirmer avec les experts eux même l'exactitude de l'interprétation donnée à leurs propos dans cette recherche.

En effet, il n'est pas possible de porter un jugement définitif et complet sur le modèle proposé aux experts suite à cette étude. Le fait que les experts n'utilisent pas ce modèle en pratique, ni parfois aucun autre modèle, n'est pas une raison suffisante en soi pour confirmer ou infirmer sa validité. Cette étude n'a pas évoqué la possibilité que des facteurs externes puissent influencer l'utilisation ou non de modèle. Par exemple, du côté des fournisseurs de services, les incitatifs reliés à l'utilisation de modèles sophistiqués sont peut être insuffisants dans un contexte où une des motivations premières consiste à remporter un contrat. Il faudrait donc essayer d'identifier s'il existe des raisons autres que la qualité d'un modèle qui explique son niveau d'utilisation. Par contre, pour vérifier la validité du modèle, il faudrait faire une étude ex-post des coûts sur le terrain, c'est-à-dire chez le client. La démarche consisterait à appliquer ce modèle après qu'un projet d'implantation soit achevé et vérifier si le modèle aurait fourni une bonne estimation des coûts s'il avait été utilisé en avant projet.

Naturellement, un approfondissement et un raffinement du modèle sont souhaitables. Il pourrait très bien s'agir d'explorer les sous catégories de coûts en une liste d'items à considérer pour cumuler les coûts. Mais il pourrait aussi s'agir de faire un travail de formalisation des méthodes d'estimation pour chacune des catégories afin d'éliminer petit à petit les biais liés aux jugements individuels.

Finalement, un degré de précision supplémentaire pourrait être atteint si des coefficients pouvaient être appliqués au modèle. Il serait très utile pour un gestionnaire de savoir en avance la part relative des coûts de chaque catégorie vis-à-vis du budget total, mais aussi des sous catégories dans chacune des catégories et finalement l'importance relative de chacun des facteurs de coûts recensés. Cela permettrait aux gestionnaires de concentrer

leurs efforts d'estimation sur les éléments de leur choix et prendre des décisions stratégiques liées au risque de dépassement des coûts.

Fin du chapitre 6

BIBLIOGRAPHIE

1. Abdel-Hamid, T. (1993). *Adapting, Correcting, and Perfecting Software Estimates: A Maintenance Metaphor*, IEEE Computer, p.12-15.
2. Abdel-Hamid, T., Madnick, S. (1991). *Software Projects Dynamics*, Prentice-hall, p.25.
3. Albrecht, A. (1979). *Measuring Application Development Productivity*, Proceedings of the Joint Share/Guide/IBM Application Development symposium, p.83-92.
4. Albrecht, A. (1979). *Measuring Application Development Productivity*, Proceedings of the IBM Applications development Symposium, Monterey, p.83-92.
5. Al-Mashari, M., A., A.-M., Zairi, M. (2003). *Enterprise Resource Planning: A Taxonomy of Critical Factors*, European Journal of Operational Research, Vol.146, p.352-364.
6. Ambrosio, J. (1997). *Experienced Sap Users Share Ideas with Newbies*, Online News Story, p.5.
7. AMR Research (2003). *Amr Research Predicts ERP Market Will Reach \$66.6 Billion*, p.3-7.
8. Aron, J. D. (1969). *Estimating Resource for Large Programming Systems*, NATO Science Committee, Rome, Italy, p.2,12.
9. Bancroft, N. H., Seip, H., Sprengel, A. (1998). *Implementing Sap R/3*, Management and Information Technologies, Vol.7, No.4, p.183-211.
10. Barki, H., Pinsonneault (2002). *Explaining ERP Implementation Effort and Benefits with Organizational Integration*, Cahier du GRESI, p.3-9, 14, 17.
11. Benbasat, I., Goldstein, David, K., Mead, Melissa (1987). *The Case Research Strategy in Studies of Information Systems*, MIS Quaterly, Vol.11, No.3, p.369.
12. Benyahia, Hadj (1996). *Cost and Productivist Estimation in Computer Engineering Economics*, The Engineering Economist, Vol.41, No.3, p.229-241.
13. Bernard, J. G. (2002). *La Mesure Du Risque D'un Projet D'implantation De Progiciels De Gestion Intégrée*, Mémoire HEC Montréal, p.148-171.
14. Bingi, P., Sharma, M., Godla, J. (1999). *Critical Issues Affecting an ERP Implementation*, Information systems Management, p.7.

15. Black, R. K. D., Curnow, R. P., Katz, R., Gray, M. D. (1977). *Bcs Software Production Data*, Boeing Computer Services, p.14.
16. Block, R. (1983). *The Politics of Projects*, Yourdon press, Prentice Hall Englewood Cliff, p.28.
17. Boehm, B. (1981). *Software Engineering Economics*, Prentice Hall.
18. Boehm, B., Abts, C. (2000). *Software Development Cost Estimation Approaches - a Survey*, IBM Research, p.2.
19. Boehm, B. W. (1996). *The Cocomo 2,0 Software Cost Estimation Model*, American programmer, p.2-17.
20. Bouchard, T. J. (1976). *Field Researchs Methods*, Industrial and organizational psychology, p.34.
21. Boudreau, M. C., Robey, D. (1999). *Organizational Transition to Enterprise Resource Planning Systems: Theoretical Choices for Process Research*, Dept. of Computer information systems, Georgia State University, p.291.
22. Brown, C., Vessey, I. (1999). *ERP Implementation Approaches: Toward a Contingency Framework*, ICIS, International Conference on Information Systems, p.411-416.
23. Brown, J. (2001). *Double Indemnity*, Information Systems Executive, Vol.4, No.6, p.28-33.
24. Brown, J. (2001). *Sobeys Abandonne Son Système Sap*, Le journal des technologies de l'information.
25. Buttler, J. (1999). *Risk Management Skills Needed in a Packaged Software Environnement*, Information Systems Management, p.15-20.
26. Caldwell, B., Stein, T. (1998). *New It Agenda*, Information Week, p.30-38.
27. Chang, Gable, Smythe, Timbrell (2000). *A Delphi Examination of Public Sector ERP Implementation Issues*, Queensland University of technology, Australia, Information system Management research center, p.494-500.
28. Chung, S., Snyder, C. (1999). *ERP Initiation - an Historical Perspective*, Proceedings of the AMCIS, p.3-5.
29. Cook, T. D., Campbell, D. T. (1979). *Quasi Experimentation: Design and Analysis Issues for Field Settings*, p.12-28.

30. Cooke, D., Peterson, W. (1998). *Sap Implementation: Strategies and Results*, The conference board, Research and report, p.5.
31. Davenport, T. (1998). *Living with ERP*, CIO magazine, p.14.
32. Deutsch, C. (1998). *Software That Can Make a Grown Company Cry*, The New York times, Vol.51, p.1-13.
33. Diederich, T. (1998). *Bankrupt Firms Blame Sap for Failure*, ComputerWorld, p.3-5.
34. Doane, M. (1997). *In the Path of the Whirlwind: An Apprentice Guide to the World of Sap*, Sioux Falls, p.2.
35. Eckhouse, J. (1998). *Money Pours into ERP*, InformationWeek, No.686, p.1-2.
36. Everdingen, Y. V., Van Hillegersberg, J., Waarts, E. (2000). *ERP Adoption by European Midsize Companies*, Communications of the ACM, Vol.43, No.4, p.27-31.
37. Fenton, N. E., Pfleeger, S. L. (1997). *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach*, PWS publishing Company, 34.
38. Fine, D. (1995). *Managing the Cost of Client-Server*, infoworld, Vol.17, No.11, p.62.
39. Fox, P. (2003). *The Art of ERP Done Right*, Computerworld, Vol.37, No.20, p.22-23.
40. Francalanci, C. (2001). *Predicting the Implementation Effort of ERP Projects: Empirical Evidence on Sap R/3*, Journal of Information Technology, Vol.16, No.1, p.33-48.
41. Garter Group (1998).
42. Gattiker, T. F., Goodhue, D. L. (2000). *Understanding the Plant Level Costs and Benefits of ERP: Will the Ugly Duckling Always Turn into a Swan?*, ICIS, International Conference on information Systems,, Hawaii, January 4-7.
43. Halstead, M. H. (1977). *Elements of Software Science*, Elsevier, New York, p.2-7.
44. Heemstra, F. J. (1992). *Software Cost Estimation*, Information and Software Technology, Vol.34, No.10, p.627-639.
45. Helmer, O. (1996). *Social Technology*, Basic books, NY 1996, p.12-27.

46. Holland, C., Light, B. (1999). *A Critical Success Factors Model for ERP Implementation*, Manchester Business school, p.30-36.
47. Horwitt, E. (1998). *Enduring a Global Rollout and Living to Tell About It*, Computer World, Vol.32, No.14, p.8-12.
48. Howle, A. (2000). *ERP Is Still Alive and Kicking*, Computer Reseller News, p.1-3.
49. IDC (2000).
50. Jones, C. (1997). *Applied Software Measurement*, McGraw Hill, p.9.
51. Jones, C. (1997). *Applied Software Measurement, Assuring Productivity and Quality*, McGraw-Hill, p.5-8.
52. Kell, M. (1995). *Pulling the Plug: Software Project Management and the Problem of Project Escalation*, MISQ, Vol.19, No.4.
53. Kemerer, C. F. (1987). *Empirical Validation of Software Cost Estimation Models*, Communications of the ACM, Vol.30, No.5.
54. Kumar, K., Hillegersberg, V. (2000). *ERP Experiences and Evolution*, Communication of the ACM, Vol.43, No.4, p.22-26.
55. Lee, W., Xia, W. (2002). *Development of a Measure to Assess the Complexity of Information Systems Development Projects*, ICIS, 23rd International Conference on Information Systems, p.79-88.
56. Lefrançois, R. (1992). *Stratégies De Recherche En Sciences Sociales*, Presses de l'université de Montréal, p.25.
57. Leslie King, J., Schrems, E. L. (1978). *Cost Benefit Analysis in Information Systems Development and Operation*, Computing surveys, Vol.10, No.1, p.22-24.
58. Leung, H., Fan, Z. (2000). *Software Cost Estimation*, Dpt. of Computing, The Hong Kong Polytechnic UNiversity, p.1-14.
59. Mabert, V., Soni, A., Venkataramanan, M. A. (2003). *Enterprise Resource Planning: Managing the Implementation Process*, European Journal of Operational Research, Vol.146, p.302-314.
60. Markus, L. (1983). *Power, Politics and Mis Implementation*, Communications of the ACM, Vol.26, No.1, p.4.

61. Markus, L., Tanis, C., Van Fenema, P. C. (2000). *Multisite ERP Implementations*, Communications of the ACM, Vol.43, No.4, p.42-44.
62. Markus, L. M., Tanis, C. (2000). *The Enterprise System Experience - from Adoption to Success*, Dans Zmud, Robert W. (Ed.): Framing the Domains of IT Management. PinnflexEducational Resources. Cincinnati, OH, p.191.
63. Martin, M. (1998). *An Electronics Firm Will Save Big Money by Replacing Six People with One and Lose All the Paperwork, Using Enterprise Resource Software*. *But*, Fortune, Vol.137, No.2, p.149-151.
64. Metagroup (2003).
65. Mirchandani, V. (1999). *Lies, Darned Lies and Application Cost Estimates*, Gartner Group, p.6.
66. Motwani, J., Mirchandani, D., Madan, M., Gunasekaran, A. (2002). *Successful Implementation of ERP Projects: Evidence from Two Case Studies*, International Journal of Production Economics, Vol.75, p.83-96.
67. Motwani, J., Mirchandani, D., Madan, M., Gunasekaran, A. (2002). *Successful Implementation of ERP Projects: Evidence from Two Case Studies*, International Journal of Production Economics, Vol.75, p.83-96.
68. Nelson, E., Ramstad, E. (1999). *Hershey's Biggest Dud Has Turned out to Be New Computer System*, The Wall Street Journal, Vol.85, p.A1-A6.
69. Newel, S., Huang, J., Tansley, C. (2002). *Social Capital in ERP Projects: The Differential Source and Effects of Bridging and Bonding*, ICIS, 23rd International Conference on Information Systems.
70. Oliver (1999). *ERP Is Dead ! Long Live ERP !*, Management Review, Vol.88, No.10, p.4.
71. Pan, S. L., Newel, S., Huang, J. C., Cheung, A. W. K. (2001). *Knowledge Integration as a Key Problem in a ERP Implementation*, ICIS, 23rd International Conference on Information Systems, p.321-322.
72. Paré, G., Elam, J. (1998). *Introducing Information Technology in the Clinical Setting*, International Journal of Tecnology in Health care, Vol.14, No.2, p.331-343.
73. Paré, G., Elam, J., Gillon, W. (1997). *Implementation of a Patient Charting System: Challenges Encountered and Tactics Adopted in a Burn Center*, Journal of medical systems, Vol.21, No.1, p.1-12.

74. Park, R. E. (1988). *Price S: The Calculation Why*, The proceedings of ISPA Tenth Annual Conference, Brighton (England), p.3-15.
75. Parkinson, G. N. (1957). *Parkisson's Law and Other Study in Administration*, Houghton-mifflin, p.37.
76. Parr, A. N., Shanks, G., Darke, P. (1999). *The Identification of Necessary Factors for Successful Implementations of ERP Systems*, Proceedings IFIP Working group, Conference on New Information Technologies, p.1-12.
77. Pfleeger, S. L. (1998). *Software Engineering: Theory and Practice*, Prentice Hall, p.36-46.
78. Pizscalski, M. (1997). *Lessons Learned from Europe's Sap Users.*, Production, Vol.109, No.1, p.54-56.
79. Pressman, R. S. (1997). *Software Engineering: A Practionner's Approach*, McGraw Hill, New York, 4th edition, p.45-48.
80. Putnam, L., Myers, W. (1992). *Measure for Excellence*, Yourdon press computing series, p.24-27.
81. Putnam, L. H. (1978). *A General Empirical Solution to the Macro Software Sizing and Estimating Problem*, IEEE trans. Software Engineering, p.345-361.
82. Rivard, S., Talbot, J. (1998). *Le Développement De Systèmes D'information*, Presses de l'UNiversité du Québec, p.49.
83. Roseman (2001).
84. Sarker, L. (2000). *Using a Case Study to Test the Role of Three Key Social Enablers in ERP Implementation*, ICIS, International Conference on information Systems,, p.414-416.
85. Sicotte, C., Denis, J. L., Lehoux, P. (1998). *The Computer Based Patient Record: A Strategic Issue in Process Innovation*, Jounal of medical systems, Vol.22, No.6, p.31.
86. Smith, H. A., McKeen, J. D. (1992). *Computerization and Management - Study of Conflict and Change*, Information an management, p.4.
87. St Pierre, D., Maya, M., Abran, A., Desharnais, J., Bourque, P. (1997). *Full Funtion Points, Counting Practice*, Université de Québec à Montréal, p.7-11.
88. Stedman, C. (1999). *ERP Costs More Than Roi*, Computerworld, Vol.33, No.14, p.6.

89. Stein, T. (1999). *Making ERP Add up-Companies That Implemented Enterprise Resource Planning Systems with Little Regard to the Return on Investment Are Starting to Look for Quantifiable Results*, Information week, Vol.24, p.59.
90. Summer, M. (2000). *Risk Factors in Enterprise-Wide/ERP Projects*, Journal of Information Technology, Vol.15, p.317-327.
91. Tanriverdi, H., Iacono, S. (1998). *Knowledge Barriers to Diffusion on Telemedicine*, International Conference on Information Systems, p.39-50.
92. Tausworthe, R. (1981). *Deep Space Network Software Cost Estimation Model*, Jet Propulsion Laboratory Publication, p.6.
93. Tebbe, M. (1997). *War Stories Outnumber Successes When It Comes to Implementing Sap*, Infoworld, Vol.19, No.27, p.120.
94. Trottier, A. (2000). *L'utilisation De L'intelligence Artificielle Pour Estimer L'effort De Développement De Systèmes D'information*, Mémoire HEC Montréal, p.17-48.
95. Umble, E., Haft, R., Umble, M. (2003). *Enterprise Resource Planning: Implementation Procedures and Critical Success Factors*, European Journal of Operational Research, Vol.146, p.241-257.
96. Vicinanza, S., Mukhopadhyay, T., Prietula, M. J. (1991). *Software Effort Estimation: An Exploratory Study of the Expert Performance*, Information System Research, Vol.2, No.4, p.243-263.
97. Walston, C. E., Felix, P. (1977). *A method of Programming Measurement and Estimation*, IBM Systems Journal, Vol.16, No.1, p.54-73.
98. Willis, T., Hillary, A., McMillan, A. (2001). *Cost Containment Strategies for ERP System Implementations*, Production and inventory management Journal, Vol.42, No.2, p.36-42.
99. Wolverton, R. W. (1974). *The Cost of Developing Large Scale Software*, IEE Trans. Computer, p.615-636.
100. Yin, R. K. (1984). *Case Study Research: Design and Methods*, Sage Publications.
101. Zeichick (1999). *ERP Development Trends*, Software Development, Vol.7, No.4, p.7-8.
102. Zimmerman, J. (1999). *Jim Zimmerman's ERP Newsletter*, p.1-3.

103. Zrimsek, Phelan, Karamouzis, Frey (2001). *Estimating the Time and Cost of ERP and ERP II Projects: A 10-Steps Process*, Gartner Group, p.2-18.

ANNEXES

ANNEXE 1

Retrait d'une ou des pages pouvant contenir des renseignements personnels

Annexe 2

Retrait d'une ou des pages pouvant contenir des renseignements personnels

ANNEXE 3

Retrait d'une ou des pages pouvant contenir des renseignements personnels

fait de participer à notre projet de recherche ne devrait vous causer aucun préjudice. Cela ne devrait pas non plus vous profiter directement.

Vous ne devez, en aucun cas, vous sentir obligé de participer à cette recherche. Votre participation doit être totalement volontaire

Signature du participant :

Ayant lu et compris le texte ci-dessus et ayant eu l'opportunité de recevoir des détails complémentaires sur l'étude, je consens à participer à une entrevue dirigée par Ronan Vandeputte.

Je sais que je peux refuser de répondre à l'une ou l'autre des questions si j'en décide ainsi. Il est aussi entendu que je peux demander de mettre un terme à la rencontre, ce qui annulera mon consentement et interdira au chercheur d'utiliser l'information recueillie jusque là.

Prénom et nom du participant à l'entrevue :

Signature du participant : _____ Date (jj/mm/aaaa) :

ANNEXE 4

DÉFINITIONS

Trois concepts sont récurrents dans la collecte de données auprès des experts : facteurs de coûts, sous-catégorie de coût et méthode d'estimation des coûts.

- Facteurs de coûts : il s'agit d'un élément ou d'une caractéristique du projet qui influence le montant des dépenses associées au projet, d'une façon directe ou indirecte. Par exemple, le nombre d'utilisateurs et le nombre de modules sont deux facteurs de coûts fréquemment cités.
- Sous-catégorie de coûts : cela fait référence à un ensemble de facteurs de coûts qui sont regroupés entre eux par un lien logique. Ce lien peut être une activité du projet ou une ressource matérielle ou physique. À ce titre, l'analyse et la conversion des données est une sous-catégorie de coût dans la mesure où le budget consacré à cette activité dépend de la caractéristique des systèmes existants, du mécanisme de conversion et du volume d'historique à convertir.
- Méthodes d'estimation (et paramètres d'entrée) : ces dernières font référence à des méthodologies, techniques ou modèles utilisés pour chiffrer le montant des budgets relatifs à l'ensemble des activités pendant le projet d'implantation. Les paramètres d'entrée renvoient aux variables utilisées dans ces méthodes et elles sont obtenues à partir des facteurs de coûts décrits plus haut.

ANNEXE 5

Informations générales

1. Profil de l'expert

- Quel est votre poste?
- Combien d'années d'expérience avez-vous dans l'implantation de systèmes d'information?
- À combien de projets ERP avez-vous participé?

2. Profils des projets

En vous référant à vos projets passés, quels ont été les minima et les maxima observés pour chacun des critères suivants :

- Nombre d'utilisateurs?
- Nombre de modules?
- Nombre de sites?
- Budget total?

Les catégories de coûts et leur estimation

3. Comment faites-vous pour estimer le budget d'un projet ERP?

4. Voici des catégories et des sous catégories de coûts identifiées dans la littérature spécialisée.

Catégories de coûts :

Réingénierie des processus*, Personnel, Réalisation et Gestion de projet.

Sous catégories de coûts :

Nombre de modules, Nombre de sites, Complexité de la structure organisationnelle, Expérience de l'entreprise avec la réingénierie, Ressources internes, Ressources externes, Équipe de projet, Formation, Analyse et conversion des données, Intégration, Matériel et logiciels, Stratégie, Coordination et Gestion du changement.

Selon votre expérience en estimation des coûts, comment les classeriez-vous? (Vous pouvez supprimer ou créer des catégories et des sous catégories si nécessaire).

Maintenant, voici une structure de coûts élaborée à partir de la littérature spécialisée.

Réingénierie des processus *	Personnel	Réalisation	Gestion de projet
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nombre de modules ▪ Nombre de sites ▪ Complexité de la structure organisationnelle ▪ Expérience de l'entreprise avec la réingénierie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ressources internes ▪ Ressources externes ▪ Équipe de projet ▪ Formation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse et conversion des données ▪ Intégration ▪ Matériel et logiciels 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stratégie ▪ Coordination ▪ Gestion du changement

Après avoir pris connaissance de celle-ci, quelles sont vos remarques?

* Cette catégorie a été modifiée. À la fin de la revue de littérature, elle ne contenait qu'une seule sous-catégorie appelée réingénierie des processus. À des fins pratiques, les quatre facteurs de coûts de cette sous-catégorie ont été transformés en sous-catégories sans quoi l'exercice ne pourrait s'appliquer pour cette catégorie.

5. Comment faites-vous pour estimer chacune des catégories ci-dessus ?

6. Pour chacune des quatre catégories ci-dessus, quels sont les degrés de confiance (ou variabilité) de vos estimations ?

Facteurs de coûts

7. Pour chacune des sous catégories précédentes, voici une liste de facteurs de coûts élaborée à partir de la littérature spécialisée. Pour chacun d'entre eux, veuillez spécifier si vous le considérez comme non pertinent, de faible importance, important ou déterminant dans l'estimation des coûts relatifs à la sous-catégorie à laquelle il appartient.

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant
Réingénierie des processus				
Nombre de modules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de sites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Complexité de la structure organisationnelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Expérience de l'entreprise avec la réingénierie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ressources internes				
Rétention	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre des modules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacité à mobiliser des ressources à l'interne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ressources externes				
Recrutement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Service de consultation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de modules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Équipe de projet				

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant
Répartition équilibrée des ressources	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formation				
Nombre d'utilisateurs finaux	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de membres dans l'équipe de projet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niveau de connaissance préalable des participants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualité du matériel de formation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de modules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de sites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Analyse et conversion des données				
Nombre et caractéristiques des systèmes existants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Méthode d'analyse des données	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mécanisme de conversion des données	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Volume d'historique à convertir	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intégration				
Nombre et caractéristiques des systèmes existants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Configuration des modules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Personnalisation des interfaces (nombre et complexité)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant
Nombre et type de rapports	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Modification du code	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de sites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Étendue des tests	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compétence des développeurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de modules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Matériels et logiciels				
Hardware	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Licences logiciels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maintenance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Coordination				
Nombre de sites	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Étendue du réseau de communication	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre de modules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stratégie				
Sélection du fournisseur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Méthodologie d'implantation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outil de développement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contexte politique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestion du changement				
Variabilité de l'étendue du projet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Support de la haute direction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Capacité de l'organisation à changer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant
Résistance au changement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sous-catégorie crée par le candidat (optionnel)				
Facteur 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facteur 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facteur 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANNEXE 6

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #1

Question 3

Processus d'estimation

D'une façon générale, le processus d'estimation se fait selon la structure organisationnelle de l'entreprise et s'apparente à un découpage par processus. L'évaluation en plusieurs étapes :

1. **Avis externe** : l'appel d'offre fournit une évaluation grossière des coûts (prix approximatif). Ce sont les intégrateurs (firmes de consultation) qui sont responsables de cette estimation, rarement les fournisseurs. Ils se basent sur leur expérience passée; les coûts représentent généralement 2 à 3% du chiffre d'affaire (en 1999).
2. **Avis interne** : On fait appel à deux groupes qui peuvent également collaborer avec des intervenants externes afin d'avoir une analyse plus fine. On expose les coûts en détail en fonction des spécifications.
 - a. Équipe fonctionnelle : responsable d'évaluer les efforts de réingénierie, formation, consultation, centre de compétences (support et veille technologique) etc....
 - b. Équipe technique : responsable d'évaluer les coûts d'architecture tels le hardware, les réseaux, les licences, etc....
3. **Ajustement** : Il y a généralement un écart de 20% au moins entre les deux estimés (l'estimé externe étant généralement inférieur à l'estimé interne). On corrige les estimés en fonction des connaissances internes et des caractéristiques propres à l'organisation.
4. **Estimé final** : 75% du temps, on va déterminer un budget fixe (fixed bid) qui limitera les dépassements. Il existe même des retours de bénéfice pour l'intégrateur s'il répond aux spécifications en dépensant moins que prévu. L'intégrateur est seulement responsable de livrer ce qui a été spécifié formellement.

Tendance du marché et contingence

Dans certains contextes d'affaires précis, il n'y pas vraiment de dépassements possibles car les taux sont fixes et les montants des contrats sont fixes aussi. On prévoit toujours un montant d'argent dédié à des fonctionnalités ou des spécifications qui vont apparaître durant le projet et qui n'ont pas été identifiées formellement au moment de l'estimation initial.

Question 4

Structure proposée par le participant

Architecture et Système	Réingénierie des processus	Personnel	Réalisation	Gestion de projet
Matériels et logiciels	Analyse des processus d'affaires	Ressources internes	Analyse et conversion des données	Stratégie
Maintenance	Intégration	Ressources externes	Préparation à la formation	Coordination
Sécurité	Gestion du changement	Formation	Configuration	Équipe de projet
		Communication	Tests	Centre de compétences

Catégorie(s) créée(s)

La catégorie « Architecture et Système » a été créée et mise à part car dans certains projets, cela représente un montant relativement important.

Sous catégorie(s) créée(s)

Maintenance, Sécurité, Analyse des processus d'affaires, Communication, Préparation à la formation (matériels, documentations, salles, cours et logistique), Tests et Centre de compétences.

Items considérés comme des facteurs

Nombre de sites, nombre de modules, complexité organisationnelle et expérience de l'entreprise avec la réingénierie.

Ce sont des facteurs qui influencent la sous-catégorie « stratégie » et le scope du projet !!!

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

1. Il s'agit d'un découpage comptable qui ressemble trop à une structure de coûts par centre de coûts, c'est une structure comptable.
2. Elle présente l'avantage d'être facile à utiliser pour faire des analyses « bottom-up » ou « top-down ».
3. C'est un découpage trop départemental. Il semble y avoir un responsable pour chaque catégorie :
 - a. Réingénierie : groupe dédié de consultants
 - b. Personnel : RH
 - c. Réalisation : équipe technique
 - d. Gestion de projet : gestionnaire de projet

4. L'objectif est de pouvoir assurer un suivi des coûts et des délais. On doit donc procéder à une division en activités (et non pas en départements). Ces activités intègrent plusieurs composantes : formation, matériel, réingénierie, configuration, etc...ensuite on procède à une division par processus.
5. Il doit y avoir un budget pour chacune des composantes. Il y a une personne imputable pour le respect des délais et des coûts.

En résumé, le découpage par activités (ou processus) est préféré au découpage par départements (ou postes de dépenses) qui n'est pas adéquate pour faire le suivi.

Par exemple, si on a seulement une sous-catégorie de coût qui s'appelle « personnel externe », le montant associé ne permet pas de savoir si on a un problème avec le montant dépensé pour les consultants. Par contre si on répartit ces coûts par activité, c'est beaucoup plus facile d'assurer un suivi et voir si on a des difficultés à réaliser telle ou telle activité dans les coûts prévus.

On doit évaluer le coût associé au fait de sortir des personnes de l'organisation : il s'agit de remplacements éventuels de personnels.

On devrait davantage parler de « nombre de processus » plutôt que de nombre de modules car certains modules ne représentent pas vraiment d'effort alors que d'autres sont très complexes (MM dans SAP R/3).

Questions 5 et 6

ARCHITECTURE ET SYSTÈME	
Subdivision	Matériel, licences et logiciels
Facteurs cités	Nombre d'utilisateurs, volumes de transactions.
Méthode d'estimation	Inventaire des besoins en fonction des spécifications du système. On procède par appel d'offre.
Marge d'erreur observée	3%

RÉINGÉNIÉRIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Module, Processus, Activité et Sous activité
Facteurs cités	Frais de consultation
Méthode d'estimation	Expérience passée des intégrateurs
Marge d'erreur observée	De 50% à 100%

PERSONNEL	
Subdivision	Module, Processus, Activité et Sous activité
Facteurs cités	Frais de consultation
Méthode d'estimation	Expérience passée des intégrateurs
Marge d'erreur observée	5% pour le personnel interne 50% pour le personnel externe

RÉALISATION	
Subdivision	Module, Processus, Activité et Sous activité
Facteurs cités	Frais de consultation
Méthode d'estimation	Expérience passée des intégrateurs. On calcule le nombre de jours de travail nécessaire par processus grâce à l'expérience des intégrateurs (moyenne appels d'offre) et on se laisse une marge de manœuvre (ajustement grâce à la connaissance de l'interne).
Marge d'erreur observée	20%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Stratégie, Coordination, Équipe de projet et Centre de compétences
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	C'est la catégorie la plus malléable ou la plus souple. On peut couper dedans si on rencontre un problème. Il existe des barèmes de référence (en pourcentage du budget total). Ça varie en fonction de l'industrie et du secteur mais cela représente environ 15% du budget total.
Marge d'erreur observée	5%

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #2

Question 3

Processus d'estimation

Il y a deux grandes visions à distinguer :

- l'intégrateur : il évalue le coût de ses services de consultation
- le client : il additionne les frais de consultation, les coûts internes et il prend en plus une marge de manœuvre.

La méthodologie Accelerated SAP (ASAP) est utilisée pour associer un coût à chaque activité.

Le coût global dépend du périmètre du projet (ou scope) :

- Nombre de processus
- Nombre d'interfaces systèmes
- Gestion du changement
- Nombre de modules et sous modules
- Nombre d'utilisateurs
- Nombre de sites
- Stratégie (implantation vanille ou pas)
- Souplesse à modifier le processus ou pas

Ensuite on évalue l'expertise externe (consultation) par :

- Module/sous module
- Phase de projet

On met l'accent sur les processus (ou modules) stratégiques (ceux qui sont déterminants pour le client)

L'intégrateur cherche à gagner un contrat en prenant compte des facteurs suivants :

- Taux horaires souhaités
- Les prix des concurrents sur le marché
- La qualité du personnel chez le client (sont-ils productifs et compétents ?)
- Le montant sous lequel il ne veut pas descendre.

Le client ne veut pas de dépassement de coût donc il prend en compte les aspects suivants :

- Les offres de services de la part des intégrateurs (réponse à l'appel d'offre)
- Ses propres coûts internes (négligés par l'intégrateur)
- La complexité à l'interne (sa connaissance de l'entreprise)
- Une marge de sécurité (contingence)

Tendance du marché et contingence

D'une manière générale, le temps des escalades des dépenses prend fin avec le recours fréquent à des forfaits (fixed bid) contrairement à la formule « Time and Material ». Les risques de dépassement de coûts sont donc transférés à l'intégrateur qui s'engage à livrer son service pour un montant fixe (quitte à finir le projet en faisant travailler des ressources non chargeables).

Question 4

Structure proposée par le participant

La structure présentée par l'expert correspond à la structure de projet proposée par « Fast track » qui est une composante de la méthodologie ASAP.

La catégorie « Personnel » a été explosée pour se retrouver sous la forme de deux sous catégories « ressources internes » et « ressources externes » dans chacune des catégories.

Technologie	Réingénierie des processus *	Gestion du changement et formation	Gestion de projet	Fonctionnel
Matériels et logiciels	Analyse et design des processus	Ressources internes	intégration	Ressources internes
Rapports spécifiques	Ressources internes	Ressources externes	Coordination	Ressources externes
Interfaces	Ressources externes	Formation	Ressources internes	
Basis		Gestion du changement	Ressources externes	
Analyse et conversion des données				
Ressources internes				
Ressources externes				

Catégorie(s) supprimée(s)

Personnel et réalisation.

Catégorie(s) créée(s)

Technologie, Gestion du changement & Formation et Fonctionnel.

Sous catégorie(s) créée(s)

Rapports spécifiques, Interfaces, Basis et Analyse et design des processus

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

La « réingénierie des processus » devrait être partie prenante de la « gestion du changement ».

Items considérés comme des facteurs

Nombre de sites, Nombre de modules, Complexité organisationnelle, Expérience de l'entreprise avec la réingénierie et Stratégie.

Questions 5 et 6

Dans plusieurs cas, on cherche à estimer l'effort en nombre de jours de travail et ensuite c'est facile de multiplier par un taux horaire. Dans les autres, on fait un inventaire du matériel ou des services nécessaires (on multiplie par le prix ou le taux horaire ensuite).

TECHNOLOGIE	
Subdivision	Interfaces, Rapports, Matériel et Basis
Facteurs cités	Complexité des développements, nombre de modules et compétences des développeurs.
Méthode d'estimation	On fait l'inventaire des interfaces et des rapports en tenant compte de la complexité qui se traduit en terme de durée de développement et de compétences des développeurs requises. Pour le matériel et les logiciels, on fait un inventaire module par module. Pour les coûts de Basis, on estime l'effort par phase du projet.
Marge d'erreur observée	35%

RÉINGÉNIERIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Processus et sous processus
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	On utilise une approche bottom-up c'est-à-dire qu'on liste les processus et sous processus à modifier et on agrège l'effort.
Marge d'erreur observée	15%

GESTION DU CHANGEMENT ET FORMATION	
Subdivision	Module et Rôle
Facteurs cités	Nombre d'utilisateurs
Méthode d'estimation	<p>Pour la formation, on divise module par module et aussi par rôle en tenant compte du nombre d'utilisateurs. On arrive à un prix en consultant les tarifs des formateurs.</p> <p>Pour la gestion du changement, on estime les coûts associés à la préparation de séance de sensibilisation et de communication.</p>
Marge d'erreur observée	35%

FONCTIONNEL	
Subdivision	Module et sous module
Facteurs cités	Complexité organisationnelle
Méthode d'estimation	<p>On utilise des ratios tels : 1 intégrateur pour 3 personnes du client.</p> <p>On se fie à l'expérience des responsables.</p>
Marge d'erreur observée	35%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Modules.
Facteurs cités	Points d'intégrations entre modules.
Méthode d'estimation	<p>On estime l'effort en termes de nombre de personnes responsables des points d'intégration.</p> <p>Il faut également tenir compte des frais liés à la coordination, motivation du personnel.</p>
Marge d'erreur observée	15%

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #3

Question 3

Processus d'estimation

D'une façon générale, on procède « Top down » en faisant appel à l'expérience et à des données historiques obtenues par « essais –erreurs ». Les estimations sont faites « toutes choses étant égales par ailleurs ».

Les données historiques proviennent de données empiriques (ou benchmark) tandis que l'expérience des experts apporte des données intuitives.

1. Le coût global dépend du périmètre du projet (ou scope). Il est très important de le l'évaluer adéquatement :
 - a. Nombre de modules et sous modules
 - b. Nombre d'utilisateurs
 - c. Nombre de sites
 - d. Complexité (processus et des fonctions d'affaires)

2. Facteurs spécifiques au projet (client)
 - a. Environnement client
 1. Niveau de documentation
 2. Présence ou non d'une vision ou d'objectifs à atteindre
 3. Culture (sophistication versus éducation et capacité à changer)
 4. Expérience du client avec ce genre de projets
 - b. Éléments : nombre d'interfaces et stratégie
 - c. Nombre de ressources clients et qualité de ses ressources. Normalement, il existe des ratios 1 intégrateur pour 3 ressources clients mais cela peut devenir laborieux si les ressources du client ne sont pas compétentes. L'intégrateur cherche à obtenir de l'information sur les processus internes par l'intermédiaire des ressources client.

3. Adaptation au marché : il faut gagner le contrat à travers des négociations commerciales.

Tendance du marché et contingence

L'intégrateur évalue sa partie de l'effort même si la tendance est de plus en plus d'évaluer l'ensemble de l'effort (demandé par le client).

Les « contrats forfaitaires » ou « fixed bids » sont de plus en plus fréquents car le marché des ERP devient un marché de commodités, c'est-à-dire qu'il y a beaucoup d'offre et peu

de demande donc les clients sont désormais les rois. En mode compétitif, les intégrateurs acceptent des contrats forfaitaires mais excluent parfois des parties du projet pour se protéger. On peut dire que telle ou telle partie ne peut pas être évaluée maintenant car il y a de l'information manquante au moment de l'évaluation alors cette partie sera évaluée plus tard lorsque toute l'information sera disponible. On peut aussi négocier des « banques de temps » dans le cas de dépassement de délai c'est-à-dire qu'on s'est entendu de charger tant au client (il s'agit d'un taux horaire agressif, c'est-à-dire bas et fixé d'avance).

Dans tous les cas, on se réserve de la marge de manœuvre, c'est ce qu'on appelle de la contingence.

Question 4

Structure proposée par le participant

Technologie	Réingénierie des processus *	Personnel	Gestion de projet	Réalisation
Matériels et logiciels	As is	Ressources internes	Coordination (au quotidien)	Gestion du changement
Infrastructure technologique	To be	Ressources externes	Stratégie	Formation
		Équipe de projet	Planification (long terme)	Analyse et conversion des données
				Intégration
				Développement de rapports
				Optimisation des processus (to be)
				Design (conception)
				Paramétrisation (configuration)
				Personnalisation tests

Catégorie(s) crée(s)

Technologie

Sous catégorie(s) crée(s)

Infrastructure technologique, Analyse de l'existant, Design du nouveau processus, Planification (long terme), Développement de rapports, Optimisation des processus (to be), Design (conception), Paramétrisation (configuration), Personnalisation et Tests.

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

D'une manière générale mes sous catégories ne sont pas assez exposées c'est-à-dire qu'elles ne descendent pas assez bas dans la hiérarchie.

La « formation » devrait être une sous-catégorie de la « gestion du changement ».

Le terme intégration est trop vague. Par intégration, on devrait entendre « intégration des interfaces systèmes » et « passerelles ».

La catégorie Personnel ne contient pas vraiment d'éléments dont il faut évaluer l'effort car les besoins en personnel sont évalués en fonction de l'évaluation de l'effort pour la phase de réalisation. C'est donc dans la phase de réalisation qu'il y a réellement une estimation de l'effort.

Le terme « modules » est trop vague. Il faut davantage parler de nombre de sous processus ou de fonctionnalités.

Il y a de l'incohérence dans la nature des éléments: des facteurs sont mélangés avec des sous-catégories.

Le problème, c'est que plusieurs catégories ou sous catégories sont transversales donc c'est parfois impossible de les voir autrement.

Il y a omission de sous-catégories majeures qui sont critiques dans le projet : interfaces, rapports, personnalisation et tests.

Items considérés comme des facteurs

Nombre de sites, Nombre de modules, Complexité organisationnelle, Expérience de l'entreprise avec la réingénierie et Stratégie.

Questions 5 et 6

Dans tous plusieurs cas, on cherche à estimer l'effort :

- taux horaire (salaire) pour les compétences requises
- historique des projets
- expérience (subjectivité liée à l'environnement)

Aucune méthode formelle n'est employée. On utilise les services d'un spécialiste dans chacun des domaines visés pour confirmer, invalider ou ajouter des hypothèses. L'expert peut aider à décrire les spécifications pour qu'elles deviennent quantifiables et estimables.

Pour les items très risqués, mieux vaut diviser pour mieux estimer : « diviser pour mieux régner ». Normalement on pratique l'approche « Top down » mais pour ces items là : on utilise l'approche « bottom-up ».

TECHNOLOGIE	
Subdivision	Matériel, licences et logiciels
Facteurs cités	Nombre d'utilisateurs
Méthode d'estimation	Inventaire en fonction des spécifications
Marge d'erreur observée	5%

PERSONNEL	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	L'estimation de cette catégorie dépend directement de l'effort estimé pour effectuer les tâches de « réalisation »
Marge d'erreur observée	Non communiqué

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	Estimation en terme de pourcentage de l'Effort total à fournir. Cela représente environ 10 à 15%.
Marge d'erreur observée	30%

RÉALISATION	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Taux horaire et compétences des développeurs
Méthode d'estimation	L'estimation est réalisée en se basant sur l'expérience des intégrateurs et sur l'historique des projets passés.
Marge d'erreur observée	20%

RÉINGÉNIÉRIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Information non communiquée par le participant
Facteurs cités	
Méthode d'estimation	
Marge d'erreur observée	

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #4

Question 3

Processus d'estimation

D'une façon générale, l'activité d'estimation est une demande de la part du client et elle est aussi financée par le client. Par conséquent, c'est lui qui décide de l'importance qu'il souhaite accorder à cette activité. Cela peut varier entre deux semaines et deux mois, la précision de l'estimation étant proportionnelle au temps qui y est consacré.

L'approche globale correspond à une méthode « Bottom-up », c'est à dire que tous les coûts sont estimés activité par activité, élément par élément, processus par processus et fonction par fonction.

Une méthodologie d'estimation est utilisée. Elle fournit un inventaire des items à considérer ainsi que des informations sur comment les utiliser. Il y a cependant beaucoup de réutilisation d'information.

Tendance du marché et contingence

Maintenant, on a tendance à partager les risques et les bénéfices. Il existe deux modes d'action :

- Forfaits
- Temps et matériel

Question 4

Structure proposée par le participant

Préparation – Initialisation du projet	Réingénierie des processus *	Phase de pilote -Tests	Gestion de projet	Infrastructure technologique
Nombre de sites	Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus	Intégration (sécurité, menu, interfaces)	Coordination	Serveurs
Stratégie			Équipe de projet	Terminaux
Gestion du changement		Base de données		Câblage
Nombre de modules		Analyse et conversion des données		Logiciels
Planification				
Ressources internes				
Ressources externes				
Formation				

Catégorie(s) supprimée(s)

Personnel, Réalisation

Sous catégorie(s) supprimée(s)

Matériels et logiciels.

Catégorie(s) créée(s)

Préparation/initialisation du projet. Phase de pilote/tests et Infrastructure technologique.

Sous catégorie(s) créée(s)

Planification, base de données, Serveurs, Terminaux et Câblage.

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

Pour l'expert, il faut créer une catégorie « Matériel et logiciel ». D'autre part, la catégorie « personnel », n'est pas une catégorie en soi car les ressources humaines sont réparties partout.

La gestion de projet est une activité de gestion des coûts, des délais et de la qualité une fois le projet lancé mais elle n'existe pas avant.

C'est difficile de départager les coûts liés à la réalisation et ceux liés à la réingénierie des processus puisque les deux sont intimement liés. La réalisation inclut la configuration et les tests.

La sous-catégorie « Équipe de projet » de projet n'apporte rien car elle est constituée des ressources internes et externes. Si on parle de formation alors c'est différent !

Items considérés comme des facteurs

Nombre de sites, Nombre de modules, Complexité organisationnelle, Expérience de l'entreprise avec la réingénierie et Stratégie

La stratégie est un facteur qui préconditionne de nombreux coûts avant le projet.

Un autre facteur pourrait être la « souplesse du produit ERP sélectionné » car plus le produit est rigide plus la réingénierie des processus demande d'efforts.

Questions 5 et 6

PRÉPARATION - INITIALISATION	
Subdivision	C'est dicté par le client
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	Bottom-up
Marge d'erreur observée	17%

RÉINGÉNIÉRIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Degré de maturité de l'entreprise (fusions ? intégrations passées ? nouveaux processus ? nouveaux produits ?), Degré de stabilité et Nombre de processus visé
Méthode d'estimation	Analogie avec des projets passés et Expérience (connaissance de l'entreprise).
Marge d'erreur observée	12%

PHASE DE PILOTE - TESTS	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Degré de maturité de l'entreprise
Méthode d'estimation	Estimation de l'effort en termes de temps et en termes de ressources nécessaires. On obtient ainsi un montant approximatif.
Marge d'erreur observée	22%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Nombre de rencontres avec le client et avec l'équipe de projet
Méthode d'estimation	Il s'agit d'une ou deux personnes à temps plein
Marge d'erreur observée	17%

INFRASTRUCTURE TECHNOLOGIQUE	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Nombre de transactions et nombre de documents.
Méthode d'estimation	Études volumétriques sur le nombre de transactions et le nombre de documents souhaités Câblage : équipes spécialisées qui font des devis en réponse à des appels d'offre.
Marge d'erreur observée	10%

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #5

Question 3

Processus d'estimation

D'une façon générale, on peut faire l'estimation soit en tant qu'intégrateur (seulement coûts externes) ou sinon en tant que conseiller en sélection (tous les coûts). Dans tous les cas, l'estimation doit être détaillée et l'approche qui s'impose est « Top-Down ». L'approche « Bottom-up » ne peut quasiment jamais être employée.

On procède à une évaluation par modules ou par processus et non par catégories de coûts. Le plus important est de définir l'ampleur du projet ou « scope » :

- a. Nombre de processus
- b. Nombre de modules
- c. Nombre de sites

Question 4

Structure proposée par le participant

Réingénierie des processus *	Réalisation	Gestion de projet	Personnel
Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus	Analyse et conversion des données	Coordination	Formation
Complexité de la structure organisationnelle	Matériels et logiciels	Équipe de projet	Ressources internes
Gestion du changement.	Intégration (configuration + développement de rapports)		Ressources externes
	Nombre de sites		
	Interfaces		
	Intégration inter-organisationnelle.		

Sous catégorie(s) supprimée(s)

Stratégie

Sous catégorie(s) créée(s)

Interfaces et Intégration

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

Pour l'expert, on doit davantage parler de transformation des processus plutôt que de réingénierie tant les progiciels de gestion sont rigides et fixent les processus à adopter.

Il faut distinguer deux types de formation :

1. utilisateurs finaux
2. équipe de projet.

Il vaut mieux parler de ressources humaines plutôt que de « personnel ». Il y a deux types de ressources internes :

1. celles dédiées au projet
2. celles qui remplacent les ressources dédiées au projet.

Les interfaces doivent figurer dans « réalisation ».

Le terme intégration est trop vague. Il s'agit d'interfaces, des rapports et de la configuration.

La stratégie est un facteur qui pré conditionne de nombreux coûts avant le projet.

La sous-catégorie « équipe de projet » est en fait composée de ressources internes et de ressources externes donc elle n'apporte rien au modèle. La structure de l'équipe de projet est un choix stratégique qui devrait se retrouver sous « gestion de projet »

La gestion du changement ne devrait pas être sous la « gestion de projet » qui inclut seulement les tâches de suivi. Elle devrait être sous « Réingénierie des processus ».

Items considérés comme des facteurs

Nombre de sites, Nombre de modules et Stratégie

Questions 5 et 6

Plus un projet est long, plus les risques de contingence sont élevés.

RÉINGÉNIERIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Non Communiqué
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	C'est assez facile à estimer car c'est souvent les processus

	proposés par le ERP qui vont être utilisés donc c'est facile à encadrer.
Marge d'erreur observée	12%

RÉALISATION	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Nombre de modules, Complexité des modules, nombre de transactions.
Méthode d'estimation	On utilise le facteur de complexité pour les items suivants : interfaces, analyse et conversation et les rapports. Pour le matériel, on regarde les spécifications des produits et on fait des études volumétriques. Il arrive souvent que les spécifications changent en cours de projet ou même après le projet.
Marge d'erreur observée	55%

PERSONNEL	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Stratégie de déploiement et disponibilité des employés.
Méthode d'estimation	On prend activité par activité. Il faut prendre en compte la stratégie de déploiement ainsi que la disponibilité des employés. Le coût des ressources externes peut être fixe ou non.
Marge d'erreur observée	Non communiqué

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	C'est très lié avec l'étendue du projet, nombre de modules, structure de l'équipe de projet
Méthode d'estimation	Le chef de projet travaille à plein temps sur le projet Plus il y a de gens à l'interne, plus il va y avoir besoin de coordination
Marge d'erreur observée	Nom communiqué

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #6

Question 3

Processus d'estimation

On procède en plusieurs étapes :

1. On cherche à en savoir le maximum sur le client à travers plusieurs rencontres.
2. On divise en modules, en processus et en fonctionnalités. C'est la décomposition par module qui est la plus utilisée car elle permet d'y associer des ressources spécialisées.
3. On utilise une méthodologie qui est en fait une matrice qui détaillent les coups avec les deux axes suivants :
 - a. Module
 - b. Phase de projet
4. On ajoute des éléments à la matrice :
 - a. Assurance qualité
 - b. Technologie
 - c. Développement d'interfaces et la personnalisation
 - d. Frais de déplacements
 - e. Conversion de données

Pour le développement des interfaces, on n'a jamais une liste exhaustive avant le projet donc on ne l'inclut pas vraiment dans l'estimation initiale. Le client doit se fixer un budget.

Question 4

Structure proposée par le participant

Réingénierie des processus	Gestion de projet	Réalisation + Personnel
Stratégie	Qualité	Équipe de projet
Ressources externes	Gestion du changement	Ressources internes
Ressources internes	Intégration	Ressources externes
	Coordination	
	Travel & living	Analyse et conversion des données
		Formation
		Matériel et logiciels

Sous catégorie(s) crée(s)

Qualité et Travel & Living

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

La catégorie « personnel » n'a pas lieu d'être car elle est répartie dans toutes les autres catégories.

L'équipe de projet, ce sont des ressources externes donc ces deux sous catégories sont identiques.

Le terme « intégration » est trop vague. D'ailleurs avec « Intégration », il faut faire attention à ne pas compter en double l'effort en prenant les ressources internes et externes deux fois en compte.

Items considérés comme des facteurs

Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus, Nombre de sites, Nombre de modules, Complexité organisationnelle et Nombre de grands processus

La stratégie devrait être elle aussi vue comme un facteur.

Questions 5 et 6

On ne se fie pas qu'aux outils d'estimation mais aussi à l'expérience des intégrateurs.

RÉINGÉNIÉRIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	On divise en nombre de modules et on y associe des ressources. C'est un modèle linéaire
Marge d'erreur observée	5%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	
Facteurs cités	Taille du projet : nombre de ressources, nombre de modules, complexité de la configuration
Méthode d'estimation	Objectif : trouver le nombre de personnes nécessaires dans l'équipe de projet (à temps plein ou pas). C'est généralement l'équivalent d'une ou deux personnes à temps plein.
Marge d'erreur observée	5%

RÉALISATION ET FORMATION	
Subdivision	Rapports, Interfaces et configuration.
Facteurs cités	Nombre de modules, Complexité, Capacité du client à dégager des ressources et Concurrence commerciale
Méthode d'estimation	On estime en termes de temps et on multiplie par le taux horaire et parfois on fait un rabais commercial. Rapports : on distingue différents niveaux de complexité basés sur des ratios qui tiennent compte des spécifications fonctionnelles, des spécifications détaillées, des développements et des tests intégrés.
Marge d'erreur observée	25%

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #7

Question 3

Processus d'estimation

Le processus d'estimation est un processus continu. On ne peut pas faire une estimation précise si on n'a pas encore fait la réingénierie des processus. Au début du projet, la variabilité (ou contingence) peut être de 50% mais après la réingénierie, cela peut tomber à 10 ou 15% car on a une meilleure idée du scope.

D'une façon générale, on divise les coûts par fonction et par ressource (ou personne) spécialisée. Un module est composé de plusieurs fonctions.

On utilise les outils d'estimation fournis par les fournisseurs de logiciels mais aussi ceux des intégrateurs. On fait appel à l'expérience de chacun et non pas forcément à des modèles linéaires.

L'objectif principal est de cibler le nombre de ressources requises pour l'implantation de chaque module.

Il faut également tenir compte des compétences de l'équipe interne pour estimer le risque associé au projet. On souhaite avoir la meilleure connaissance possible de l'entreprise donc on veut les meilleures ressources possibles.

Les coûts varient beaucoup en fonction de la qualité de la gestion du changement qui a été opérée.

Question 4

Structure proposée par le participant

Réingénierie des processus *	Réalisation	Gestion de projet	Personnel	Centre de compétence
Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus	Analyse et conversion des données	Coordination	Formation	Matériels et logiciels
Ressources internes	Matériels et logiciels	Équipe de projet	Gestion du changement	Ressources internes
Nombre de sites	Intégration	Ressources externes	Complexité de la structure organisationnelle	
Coordination.	Coordination	Stratégie	Coordination	

Sous catégorie(s) supprimée(s)

Stratégie

Catégorie(s) créée(s)

Centre de compétence

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

Pour l'expert, la coordination est une sous-catégorie de coût qui se retrouve partout.

De plus, il considère qu'il devrait y avoir une catégorie « centre de compétence » qui comprend tous les coûts de maintenance et de support aux utilisateurs. Il manque donc tous les coûts relatifs au suivi et à la maintenance.

Items considérés comme des facteurs

Nombre de modules

Questions 5 et 6

RÉINGÉNIÉRIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Complexité de la structure organisationnelle.
Méthode d'estimation	On estime les grands processus en terme d'effort (temps nécessaire)
Marge d'erreur observée	7%

RÉALISATION	
Subdivision	Design et interfaces
Facteurs cités	Complexité des développements
Méthode d'estimation	Blueprint : c'est à cette étape que les dérapages peuvent exister si on retouche au scope ou aux spécifications. Interfaces : on utilise des niveaux de complexité (en terme de temps nécessaire)
Marge d'erreur observée	30%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	Gestionnaire de projet à temps plein Un team leader pour chacun des modules Modèle linéaire : taux horaire * temps d'implantation
Marge d'erreur observée	5%

PERSONNEL	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	Très standard : on utilise un modèle linéaire
Marge d'erreur observée	5%

CENTRE DE COMPÉTENCE	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Nombre de modules, le nombre d'utilisateurs et le nombre d'appels anticipés.
Méthode d'estimation	On se demande si on veut apporter des modifications au ERP ou si on veut faire des mises à jour pour estimer les coûts d'opération.
Marge d'erreur observée	5%

SYNTHÈSE D'ENTREVUE Participant #8

Question 3

Processus d'estimation

On procède en plusieurs étapes :

1. Divisions en grandes catégories de coûts
2. Divisions par processus
3. Ajout de détails : remplacement du personnel à l'interne (backfield), support clérical logistique (locaux).
4. Contingence par le client

Question 4

Structure proposée par le participant

Réingénierie des processus * + Réalisation	Infrastructure technologique	Gestion de projet	Personnel
Nombre de sites	Matériels et logiciels	Coordination	Formation
Nombre de modules		Ressources internes	Gestion du changement
Analyse et conversion des données	Intégration	Ressources externes	
Complexité de la structure organisationnelle	Licences	Stratégie	
Configuration			
Développements techniques			
Tests intégrés			
Support post implantation			

Sous catégorie(s) supprimée(s)

Équipe de projet

Catégorie(s) créée(s)

Infrastructure technologique

Sous catégorie(s) créée(s)

Configuration, Développements techniques, Tests intégrés, Support post implantation et Licences.

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

De moins en moins d'entreprises réalisent une véritable réingénierie des processus avant l'implantation. Elles acceptent les meilleures pratiques d'affaire et font une implantation vanille. Par conséquent la réingénierie des processus et la réalisation deviennent une seule et même catégorie.

Pour l'expert, l'équipe de projet est redondante car elle est déjà constituée de ressources internes et de ressources externes.

La sous-catégorie « intégration » est trop vague. Il faut plutôt la diviser en deux : configuration et les développements techniques (interfaces + rapports)

Dans les coûts de logiciels, il faut distinguer deux choses :

- ERP (licence)
- Autres logiciels de support

Il ne faut pas non plus négliger les coûts post implantation. Pour cela, les intégrateurs négocient des banques de temps. De même, il faut prévoir les coûts pour les tests intégrés.

Quand on parle de personnel, on parle d'utilisateurs finaux. De même, on devrait parler de nombre de processus plutôt que de nombre de modules.

Questions 5 et 6

RÉINGÉNIERIE DES PROCESSUS ET RÉALISATION	
Subdivision	On divise en processus d'affaires (5 à 7 catégories)
Facteurs cités	Nombre de sites, Nombre de modules, Complexité et Nombre d'interfaces
Méthode d'estimation	<p>Pour la configuration du système : on se base sur un benchmark, sur l'expérience pour estimer le temps nécessaire. Ensuite, on multiplie par le taux horaire.</p> <p>Pour le développement des interfaces : on utilise là aussi un benchmark et ensuite on fait la « règle du pouce ».</p> <p>Pour les rapports:, on identifie différents niveaux critiques de complexité afin d'évaluer les risques et ensuite on applique de la contingence.</p>
Marge d'erreur observée	25%

INFRASTRUCTURE TECHNOLOGIQUE	
Subdivision	Hardware et Licences.
Facteurs cités	Nombre d'utilisateurs (concourants) et nombre de transactions
Méthode d'estimation	Les facteurs cités permettent d'obtenir un devis précis de la part de compagnies spécialisées.
Marge d'erreur observée	12%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Interne et Externe
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	Ce sont les salaires d'un gestionnaire de projet à l'interne et d'un chef de projet à l'externe.
Marge d'erreur observée	12%

PERSONNEL	
Subdivision	Formation et gestion du changement.
Facteurs cités	Nombre de modules et Nombres d'utilisateurs
Méthode d'estimation	<p>Pour la formation, on se base sur un benchmark de l'intégrateur.</p> <p>Pour la gestion du changement, il s'agit normalement d'une personne à plein si le client est prêt à payer pour ça!</p>
Marge d'erreur observée	7%

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #9

Question 3

Processus d'estimation

On procède en plusieurs étapes :

1. On définit le scope
 - a. Nombre de modules
 - b. Nombre de sites
 - c. Nombre de fonctionnalités
 - d. Frontières du projet
 - e. Ressources disponibles
 - f. Volumes (clients, fournisseurs, documents)
 - g. Nombre de rapports
 - h. Degré de préparation au changement

2. On divise par module puis par processus
 - a. On définit les besoins grâce aux spécifications contenues dans les appels d'offre
 - b. L'objectif est de déterminer l'effort d'intégration, de formation, etc...

3. On prend en compte des coûts supplémentaires tels :
 - a. Gestion du changement
 - b. Remplacement de postes
 - c. Bonus et cadeaux
 - d. Logistique
 - e. Communication

De façon générale, on utilise une matrice dans laquelle on évalue le nombre de jours nécessaires:

	Module 1	Module 2	Module 3
Préparation et design			
Réalisation			
Support			
Total	Total :	Total :	Total :

On utilise une matrice semblable pour déterminer l'effort pour les tâches de développement : Rapports, personnalisation et conversion.

On ajoute à ça des coûts de gestion de projet, assurance qualité, gestion du changement et contingence.

Question 4

Structure proposée par le participant

Réingénierie des processus * + Réalisation	Infrastructure technologique	Gestion de projet	Personnel	Gestion du changement
Intégration	Matériels et logiciels	Complexité de la structure organisationnelle	Équipe de projet	Gestion du changement
Formation			Ressources internes	
Conversion		Stratégie	Ressources externes	
Complexité de la structure organisationnelle				
Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus				

Catégorie(s) supprimée(s)

Personnel

Sous catégorie(s) supprimée(s)

Coordination

Catégorie(s) créée(s)

Infrastructure technologique et gestion du changement

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

Pour l'expert, l'équipe de projet est redondante car elle est déjà constituée de ressources internes et de ressources externes.

La sous-catégorie « intégration » est trop vague. Il faut plutôt la diviser en deux : configuration et les développements techniques (interfaces + rapports). On devrait parler de nombre de processus plutôt que de nombre de modules. La catégorie « Réalisation » devrait compter des coûts de design et de support.

De moins en moins d'entreprises réalisent une véritable réingénierie des processus avant l'implantation. Pour l'expert, la réingénierie s'effectue au moment de la réalisation car elle doit se faire en rapport avec les possibilités qu'offre le produit implanté. Réingénierie

des processus : Les coûts proviennent de trois sous catégories : « définition de la stratégie », « analyse de l'existant » et « design du nouveau processus ». On devrait davantage parler de transformation ou d'optimisation des processus.

Dans les coûts de logiciels, il faut distinguer deux choses : ERP (licence) et les autres logiciels de support.

Items considérés comme des facteurs

Nombre de sites et Nombre de modules.

Questions 5 et 6

RÉINGÉNIERIE DES PROCESSUS, RÉALISATION ET PERSONNEL	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Nombre de modules, nombre d'utilisateurs et les nouveaux processus à implanter et le niveau de complexité.
Méthode d'estimation	Il arrive parfois de se tromper dans l'évaluation de la complexité mais le plus souvent les dépassements de coûts sont occasionnés par les changements de scope pendant le projet
Marge d'erreur observée	30%

INFRASTRUCTURE TECHNOLOGIQUE	
Subdivision	Hardware et Licences
Facteurs cités	volumes des transactions, nombre d'utilisateurs et géographie Licences : nombre d'utilisateurs
Méthode d'estimation	Ce sont des sociétés spécialisées en équipement qui s'occupent de déterminer les métriques
Marge d'erreur observée	5%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Les coûts dépendent du scope : nombre de sites et qualité des ressources à l'interne.
Méthode d'estimation	Le coût représente un responsable de projet à plein temps.
Marge d'erreur observée	10%

GESTION DU CHANGEMENT	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Infrastructure en place et profils technologiques des usagers.
Méthode d'estimation	On fait passer des questionnaires et on procède à des enquêtes auprès d des usagers. Le coût représente généralement une à trois personnes à temps plein.
Marge d'erreur observée	5%

La gestion du changement est un facteur de succès déterminant mais il n' y a pas de réelle variation de coûts entre les estimés et les coûts réels. Son importance est souvent sous estimée mais lorsqu'on veut l'estimer, on a pas trop de problème à évaluer l'effort requis.

SYNTHÈSE D'ENTREVUE

Participant #10

Question 3

Processus d'estimation

Il n'existe pas de méthode formelle même si ce serait bien d'avoir une méthode comme celle par « point de fonction » pour le faire. On utilise cependant des outils ou des modèles. On procède donc module par module après avoir défini le scope (nombre d'utilisateurs + nombre de sites)

On utilise des données tirées d'expériences passées que l'on adapte en fonction de l'évolution des logiciels.

L'estimation est un travail d'équipe dans la mesure où ce sont les experts fonctionnels qui sont chargés d'estimer l'effort requis pour l'implantation de chacun des modules.

Tendance du marché et contingence

La tendance récente qui consiste à s'engager par des forfaits a forcé les intégrateurs à changer quelques aspects de leur processus d'estimation. Ils doivent désormais prendre en compte :

- Des facteurs de risque
- Contingence
- Définir de façon précise les rôles et responsabilités de chacun (spécifications)
- Envergure doit être définie précisément également.

Question 4

Structure proposée par le participant

Réingénierie des processus *	Réalisation	Gestion de projet	Personnel	Infrastructure technologique
Analyse de l'existant	Matériels et logiciels	Complexité de la structure organisationnelle	Gestion du changement	Matériel
Design	Intégration	Coordination	Formation	Application (licence)
Exécution de la réingénierie	Ressources externes	Équipe de projet	Remplacement de ressources	Logiciel
Stratégie	Ressources internes			
	Analyse et conversion des données			
	Documentation			

Catégorie(s) créée(s)

Infrastructure technologique

Sous catégorie(s) créée(s)

Analyse de l'existant, Design, Exécution de la réingénierie, Documentation, Remplacement de ressources et Application.

Remarques générales sur la structure issue de la revue de littérature

Dans la structure, il y a des dédoublements de coût. La catégorie « équipe de projet » est redondante car elle est déjà constituée de ressources internes et de ressources externes. De même, Dans une certaine mesure, tous les coûts de « Réalisation » sont des coûts de « Personnel » donc ça pourrait être une seule et même catégorie. En termes de personnel, on devrait comptabiliser des coûts associés au dégageant de ressources à l'interne et également ceux reliés à la perte de productivité pendant les périodes de formation.

De moins en moins d'entreprises réalisent une véritable réingénierie des processus avant l'implantation. Pour l'expert, la réingénierie s'effectue au moment de la réalisation car elle doit se faire en rapport avec les possibilités qu'offre le produit implanté.

Réingénierie des processus : Les coûts proviennent de trois sous catégories : « définition de la stratégie », « analyse de l'existant » et « design du nouveau processus ». On devrait davantage parler de transformation ou d'optimisation des processus car on fait de moins en moins la réingénierie comme dans les années 80 et 90.

On devrait parler de nombre de processus plutôt que de nombre de modules.

Items considérés comme des facteurs

Nombre de modules, Nombre de sites, Stratégie et Expérience de l'entreprise avec la réingénierie des processus.

Questions 5 et 6

RÉINGÉNIERIE DES PROCESSUS	
Subdivision	Grande fonction par grande fonction.
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	On se fie à des projets passés et on essaie d'adapter en fonction de signes intangibles qu'on perçoit chez le client.
Marge d'erreur observée	75%

RÉALISATION	
Subdivision	Configuration et Développement.
Facteurs cités	Complexité des développements, Qualité des ressources et capacité du client à comprendre les défis.
Méthode d'estimation	Pour la configuration, des barèmes sont utilisés pour une industrie donnée. Pour les développements (extensions), il arrive de se tromper même si on a des barèmes car on juge mal la complexité des développements et la qualité des ressources dont on dispose.
Marge d'erreur observée	25%

GESTION DE PROJET	
Subdivision	Non communiqué
Facteurs cités	Aucun
Méthode d'estimation	Deux ressources à temps plein (interne + externe). Il faut également compter des coûts pour les chefs d'équipes fonctionnelles car on sous estime beaucoup le temps qu'ils doivent consacrer à la gestion de projet.
Marge d'erreur observée	15%

INFRASTRUCTURE TECHNOLOGIQUE	
Subdivision	Matériel, Application et Logiciels.
Facteurs cités	Nombre d'utilisateurs concourants et profil des utilisateurs
Méthode d'estimation	<p>Pour le matériel, on se fie à l'expérience et à des cotations réelles d'entreprises externes. Il existe des barèmes.</p> <p>Pour l'application (licences), on se fie au nombre d'utilisateurs concourants et leur profil.</p> <p>Pour les logiciels, les coûts sont directement dérivés du matériel car elles sont en quelque sorte des composantes indispensables.</p>
Marge d'erreur observée	0%

ANNEXE 7

SYNTHÈSE DES FACTEURS DE COÛTS

Pour chacune des catégories, les facteurs sont présentés en ordre décroissant de moyenne, c'est-à-dire du plus influent au moins influent selon l'avis des experts.

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant	Moyenne
Réingénierie des processus					
Nombre de modules	0	0	3	7	2.7
Nombre de sites	0	0	6	4	2.4
Expérience de l'entreprise avec la réingénierie	1	2	3	4	2
Complexité de la structure organisationnelle	1	2	6	1	1.7
Ressources internes					
Nombre des modules	0	1	2	7	2.6
Capacité à mobiliser des ressources à l'interne	0	3	4	3	2
Rétention	1	4	4	1	1.5
Ressources externes					
Nombre de modules	0	1	0	9	2.8
Service de consultation	0	1	1	8	2.7
Recrutement	3	4	3	0	1

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant	Moyenne
Équipe de projet					
Répartition équilibrée des ressources	1	3	4	2	1.7
Formation					
Nombre d'utilisateurs finaux	0	0	3	7	2.7
Nombre de modules	0	1	3	6	2.5
Nombre de sites	0	0	5	5	2.5
Niveau de connaissance préalable des participants	0	1	6	3	2.2
Nombre de membres dans l'équipe de projet	0	4	4	2	1.8
Qualité du matériel de formation	1	4	5	0	1.4
Analyse et conversion des données					
Nombre et caractéristiques des systèmes existants	0	0	3	7	2.7
Volume d'historique à convertir	0	2	4	4	2.2
Mécanisme de	0	3	4	3	2

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant	Moyenne
conversion des données					
Méthode d'analyse des données	1	5	4	0	1.3
Intégration					
Nombre et caractéristiques des systèmes existants	0	0	4	6	2.6
Modification du code	0	0	4	6	2.6
Personnalisation des interfaces (nombre et complexité)	0	1	2	7	2.6
Configuration des modules	0	1	5	4	2.3
Nombre et type de rapports	0	1	5	4	2.3
Étendue des tests	0	0	8	2	2.2
Nombre de modules	0	3	3	4	2.1
Compétence des développeurs	0	3	5	2	1.9
Nombre de sites	0	4	6	0	1.6
Matériels et logiciels					
Licences logiciels	0	1	3	6	2.5
Hardware	0	1	5	4	2.3
Maintenance	0	3	4	3	2

	Non pertinent	Faible importance	Important	Déterminant	Moyenne
Coordination					
Nombre de sites	0	0	5	5	2.5
Nombre de modules	0	2	3	5	2.3
Étendue du réseau de communication	1	3	4	2	1.7
Stratégie					
Contexte politique	0	2	4	4	2.2
Sélection du fournisseur	1	1	5	3	2
Méthodologie d'implantation	1	3	4	2	1.7
Outil de développement	0	8	2	0	1.2
Gestion du changement					
Variabilité de l'étendue du projet	0	0	4	6	2.6
Support de la haute direction	0	1	2	7	2.6
Capacité de l'organisation à changer	0	0	4	6	2.6
Résistance au changement	0	0	5	5	2.5