

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION .....	1
CHAPITRE 1 PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE .....	3
1.1 La problématique de recherche .....	3
1.1.1 Le contexte de recherche .....	4
1.1.2 Contexte structurel .....	5
1.1.3 Contexte situationnel .....	6
1.1.4 Contexte d'environnement .....	7
1.1.5 Contexte interne .....	8
1.1.6 Contexte opérationnel .....	9
1.1.7 Domaines d'étude .....	10
1.2 La méthodologie de recherche .....	11
1.2.1 Démarche scientifique .....	12
1.3 Application de la méthode scientifique au domaine de recherche .....	17
1.3.1 Approche pour le développement d'un TB .....	17
1.3.2 Méthode pour l'exploration de l'amélioration continue .....	18
1.3.3 Méthode pour le développement de la gestion stratégique .....	18
1.3.4 Méthode pour la mise en place des mécanismes de l'entreprise intelligente .....	19
1.3.5 Le processus d'expérimentation logicielle .....	20
1.4 La démarche de recherche .....	20
1.4.1 Identifier la problématique .....	20
1.4.2 Recherche sur l'état de l'art .....	21
1.4.3 Les phases de la recherche .....	22
CHAPITRE 2 ÉTAT DE L'ART .....	27
2.1 Les cadres de gestion .....	27
2.1.1 Le pilotage de l'organisation .....	28
2.1.2 La gestion stratégique .....	32
2.1.3 L'innovation .....	34
2.1.4 Définition du concept de cadre de gestion .....	36
2.1.5 Les divers cadres de gestion existants .....	36
2.1.6 Les approches d'amélioration continue des organisations .....	38
2.2 Cadre de référence à base de bonnes pratiques en génie logiciel .....	39
2.2.1 Catégories des référentiels .....	43
2.2.2 Relations entre les référentiels de BP .....	45
2.2.3 Modèle d'organisation des initiatives d'amélioration continue .....	45
2.2.4 Architecture des familles de référentiels des BP .....	47
2.3 Les modèles d'infrastructure des processus (MIP) .....	48
2.3.1 État du marché des infrastructures de processus dans les SIO .....	52
2.3.2 Guide de bonnes pratiques .....	53

2.3.3	Problèmes liés aux bonnes pratiques dans le cadre des référentiels .....	53
2.3.4	Les corpus de connaissance .....	56
2.3.5	L'utilisation des guides de références pour l'évaluation de l'entreprise .....	56
2.4	Les systèmes d'indicateurs (SI) .....	57
2.4.1	Approche pour le développement d'un indicateur .....	61
2.4.2	Les indicateurs dans le contexte de gestion du génie logiciel .....	61
2.4.3	Caractéristiques et représentation d'un indicateur .....	62
2.4.4	Typologies des indicateurs .....	63
2.4.5	Les tableaux de bord (TB) .....	64
2.4.6	Les systèmes d'indicateurs de performance (SIP) .....	69
2.4.7	Les systèmes de mesure de la performance (SMP) .....	71
2.4.8	Système de gestion stratégique (SGS) .....	73
2.5	L'entreprise intelligente (EI) .....	87
2.5.1	Type et avantages d'intelligence d'entreprise .....	88
2.5.2	Mise en place de l'entreprise intelligente (EI) .....	89
2.5.3	Intelligence des connaissances .....	91
2.5.4	Intelligence d'apprentissage .....	92
2.5.5	Intelligence collective (IC) .....	93
2.5.6	Entreprise intelligente (EI) versus le BSC .....	94
2.5.7	Synthèse de l'état de l'art .....	95
<b>CHAPITRE 3 ANALYSE DE LA PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE .....</b> 97		
3.1	Analyse de la problématique .....	97
3.2	Démarche d'expérimentations .....	100
3.3	Bonnes pratiques (BP) et infrastructure de processus .....	102
3.3.1	Évaluation de la situation et mise en place d'une infrastructure de processus .....	102
3.3.2	Résultats recherchés pour les bonnes pratiques et l'infrastructure .....	103
3.4	Système de mesure de performance (SMP) .....	107
3.4.1	Expérimentation pour le système de mesure de performance (SMP) .....	107
3.4.2	Résultats recherchés pour le système de mesure de performance (SMP) .....	108
3.5	Approche pour les initiatives d'amélioration continue (IAC) .....	109
3.5.1	Expérimentation de méthodes d'amélioration continue .....	109
3.5.2	Résultats recherchés par l'expérimentation du programme d'amélioration continue (PAC) .....	111
3.6	Tableaux de bord (TB) .....	112
3.6.1	Expérimentation pour la mise en place des tableaux de bord .....	112
3.6.2	Résultats recherchés pour les tableaux de bord .....	114
3.7	Gestion de la stratégie .....	115
3.7.1	Expérimentation d'un système de gestion stratégique (SGS) .....	116
3.7.2	Résultats recherchés pour les systèmes de gestion stratégiques (SGS) .....	118
3.8	Entreprise intelligente (EI) .....	121
3.8.1	Expérimentation des concepts d'entreprise intelligente (EI) .....	121

3.8.2	Résultats attendus par l'expérimentation des concepts de l'entreprise intelligente.....	122
3.9	Cadre de gestion.....	124
3.9.1	Expérimentation du cadre de gestion .....	124
3.9.2	Résultats attendus pour le cadre de gestion .....	124
3.10	Environnement de développement logiciel.....	125
3.10.1	Expérimentation d'un environnement de support à l'entreprise intelligente.....	126
3.10.2	Résultats attendus pour l'environnement de support à l'entreprise intelligente.....	126
3.11	Retour sur la démarche .....	127
<b>CHAPITRE 4 RAPPORT SUR LES EXPÉRIMENTATIONS.....</b>		129
4.1	Évaluation de la situation initiale.....	130
4.2	Expérimentation de déploiement d'une infrastructure des processus.....	131
4.2.1	Expérimentation 1 : Netcom .....	132
4.2.2	Expérimentation 2 : Softtool .....	164
4.3	Déploiement des niveaux supérieurs du CMMI .....	169
4.4	Expérimentation d'un système de mesure .....	171
4.5	Expérimentation du tableau de bord (TB) .....	175
4.5.1	Tableau de bord des services Internet.....	175
4.5.2	Tableau de bord portant la gestion des finances .....	179
4.5.3	Tableau de bord portant la gestion d'un projet de développement logiciel.....	181
4.5.4	Tableau de bord sur la gestion des processus de production d'une SIO.....	185
4.6	Expérimentation d'un programme d'amélioration continue .....	188
4.6.1	Expérimentation dans l'organisation Net Communications .....	189
4.6.2	Expérimentation dans l'organisation Softtool .....	192
4.7	Expérimentation d'un système de gestion stratégique (SGS).....	193
4.7.1	Expérimentation du BSC de Net Communications .....	194
4.7.2	Expérimentation du BSC de Softtool.....	196
4.8	Expérimentation de l'entreprise intelligente (EI) .....	198
4.8.1	Expérimentation pour la gestion de la connaissance (GC) .....	198
4.8.2	Créer un environnement favorisant un comportement intelligent .....	202
4.8.3	Intelligence d'apprentissage.....	204
4.8.4	Intelligence collective (IC) .....	204
4.8.5	Intelligence économique (IE).....	205
<b>CHAPITRE 5 DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE INTÉGRATEUR .....</b>		207
5.1	Architecture de la solution .....	208
5.2	Modèle des buts de l'entreprise .....	210
5.2.1	Langages de modélisation des buts étudiés .....	210
5.2.2	Choix d'un langage de modélisation des buts.....	213
5.2.3	Analyse de la proposition.....	215
5.3	Système de gestion stratégique .....	216

5.3.1	Liens entre le modèle de buts et le système de gestion stratégique .....	216
5.3.2	Une valeur globale et sa ventilation.....	219
5.3.3	Ventilation de la valeur globale .....	224
5.3.4	Analyse de la proposition.....	233
5.4	Système d'évaluation de la valeur de l'organisation .....	236
5.4.1	Les domaines du modèle intégrateur .....	239
5.4.2	Les indicateurs du modèle intégrateur .....	241
5.4.3	Calcul de la valeur unique.....	248
5.4.4	Analyse de la proposition.....	250
5.5	Tableau de bord.....	251
5.5.1	Analyse de la proposition.....	252
<b>CHAPITRE 6 ENVIRONNEMENT LOGICIEL DE SUPPORT À L'ENTREPRISE INTELLIGENTE .....</b> 253		
6.1	Les utilisateurs et leurs besoins.....	254
6.2	Architecture du système.....	254
6.2.1	Architecture fonctionnelle .....	256
6.2.2	Architecture technique .....	263
6.3	Déroulement général du projet.....	265
6.4	Description des composantes .....	265
6.4.1	Système de modélisation de l'organisation.....	265
6.4.2	Système de modélisation de la structure organisationnelle (SMSO) .....	266
6.4.3	Système de modélisation des processus (SMOP) .....	267
6.4.4	Système de gestion de la connaissance (SGC) .....	268
6.4.5	Système de gestion documentaire (SGD) .....	272
6.5	Système de modélisation de la connaissance (SMC).....	275
6.5.1	Système de gestion des programmes d'amélioration continue (SGPAC) ..	277
6.5.2	Système de gestion des produits d'information (SGPI).....	281
6.5.3	Système de veille .....	286
6.5.4	Système de gestion stratégique (SGS) .....	290
6.5.5	Gestionnaire du système de mesure (GSM).....	294
6.5.6	Système Multi-Agents (SMA) .....	295
6.5.7	Outils de support .....	298
6.5.8	Système de gestion intégrée des données .....	304
6.5.9	Système informatique d'aide de la décision (SIAD) .....	322
6.5.10	Système d'information de gestion (SIG) .....	324
6.5.11	Système de gestion de production de développement logiciel (SGPDL) ...	324
<b>CHAPITRE 7 RETOMBÉES INDUSTRIELLES .....</b> 329		
7.1	Synthèse de l'état de l'art.....	329
7.1.1	Le cadre intégrateur des cadres de gestion .....	329
7.1.2	Cadre de référence à base des bonnes pratiques .....	330
7.1.3	Système à base d'indicateurs .....	330
7.1.4	Organisation et entreprise intelligente .....	331
7.2	Retombées pour les entreprises partenaires .....	332

7.2.1	Netcommunications .....	332
7.2.2	Softtool.....	334
7.3	Retombées générales sur l'industrie du génie logiciel.....	335
7.3.1	Retombées de l'utilisation d'approches basées sur des bonnes pratiques ..	336
7.3.2	Retombées au niveau du tableau de bord.....	337
7.3.3	Retombées au niveau de la gestion stratégique d'une SIO .....	338
7.3.4	Retombées de la mise en place de concept de l'entreprise intelligente .....	340
	CONCLUSION.....	343
<b>ANNEXE I PRÉSENTATION DÉTAILLÉE DE LA MÉTHODOLOGIE</b>		
<b>ANNEXE II UNE DESCRIPTION DES APPROCHES RETENUES POUR LA DÉFINITION DES INDICATEURS</b>		
<b>ANNEXE III SYNTHÈSES RELATIVES À L'ÉTAT DES TECHNOLOGIES ET BIBLIOGRAPHIES COMMENTÉES</b>		
<b>ANNEXE IV PRÉSENTATION DÉTAILLÉE ET ANALYSE DE DIVERS CADRES DE GESTION</b>		
<b>ANNEXE V GUIDE DES BONNES PRATIQUES</b>		
<b>ANNEXE VI L'ENTREPRISE INTELLIGENTE</b>		
<b>ANNEXE VII LES PRINCIPAUX SYSTÈMES D'INDICATEURS DE PERFORMANCE</b>		
<b>ANNEXE VIII LES SYSTÈMES DE MESURE DE LA PERFORMANCE ET LES ALGORITHMES CONNEXES</b>		
<b>ANNEXE IX RAPPORTS DÉTAILLÉS SUR LES EXPÉRIMENTATIONS</b>		
<b>ANNEXE X DÉFINITION DES INDICATEURS<sup>1</sup></b>		
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>		351

---

<sup>1</sup> Les annexes sont fournies sur le disque d'accompagnement.



## LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1.1	Domaines de connaissances.....
Tableau 2.1	Notions relatives au pilotage.....
Tableau 2.2	Fonctions de la stratégie organisationnelle .....
Tableau 2.3	Synthèse des cadres de gestion .....
Tableau 2.4	Approches d'amélioration continue proposées dans chacun des cadres....
Tableau 2.5	Catégories des guides de bonnes pratiques (BP) .....
Tableau 2.6	Éléments composant un modèle d'infrastructure des processus (MIP).....
Tableau 2.7	Modèles d'infrastructure des processus (MIP).....
Tableau 2.8	Les principaux guides de bonnes pratiques (BP).....
Tableau 2.9	Les principaux corpus de connaissance en génie logiciel.....
Tableau 2.10	Classification des systèmes d'indicateurs (SI).....
Tableau 2.11	Caractéristiques d'un bon indicateur .....
Tableau 2.12	Critères d'un bon indicateur .....
Tableau 2.13	Les différentes typologies des indicateurs de performances.....
Tableau 2.14	Facteurs et motifs influençant l'utilisation des tableaux de bord (TB).....
Tableau 2.15	Besoins des utilisateurs des tableaux de bord (TB) .....
Tableau 2.16	Liste des actions dans lesquelles on utilise un tableau de bord (TB) .....
Tableau 2.17	Classification des tableaux de bord selon le niveau décisionnel .....
Tableau 2.18	Comparaison des approches de mesures de performances et le BSC .....
Tableau 2.19	Éléments fournis par le système de gestion stratégique (SGS) .....
Tableau 2.20	Comparaison des systèmes de gestion stratégique (SGS) .....
Tableau 2.21	Objectifs visés par les systèmes de gestion stratégique (SGS) .....

Tableau 2.22	Avantages de l'approche du BSC .....	83
Tableau 2.23	Inconvénients de l'approche du BSC.....	84
Tableau 2.24	Problèmes liés au BSC.....	85
Tableau 2.25	Types d'intelligence d'entreprise.....	88
Tableau 3.1	Besoins de la SIO selon les intervenants .....	99
Tableau 3.2	Domaines d'expérimentation et résultats recherchés .....	101
Tableau 3.3	Activités de recherche pour les BP et l'infrastructure.....	105
Tableau 3.4	Activités de recherche pour le système de mesure de performance (SMP).....	108
Tableau 3.5	Activités de recherche pour le programme d'amélioration continue (PAC) .....	111
Tableau 3.6	Activités de recherche pour les tableaux de bord (TB).....	115
Tableau 3.7	Activités de recherche pour le système de gestion stratégique.....	120
Tableau 3.8	Activités de recherche pour l'expérimentation de l'EI .....	123
Tableau 3.9	Activités de recherche pour le cadre de gestion.....	125
Tableau 3.10	Activités de recherche pour l'environnement de développement logiciel.....	127
Tableau 4.1	Domaine de gestion des requis .....	136
Tableau 4.2	Grille d'activités de la première évaluation SCAMPI dans la première SIO .....	144
Tableau 4.3	Description des processus d'affaire déployés dans la première SIO .....	147
Tableau 4.4	Planification du projet d'amélioration continue du processus.....	148
Tableau 4.5	Mise en place du niveau 2 du CMMI reproductible .....	166
Tableau 4.6	Mise en place du niveau 3 du CMMI reproductible .....	168
Tableau 4.7	Présentation des indicateurs développés lors des expérimentations du système de mesures.....	174
Tableau 4.8	Besoins d'information (BI) des gestionnaires.....	176

Tableau 4.9	Présentation des principaux indicateurs.....	177
Tableau 4.10	Déroulement du projet de tableau de bord pour les services Internet.....	178
Tableau 4.11	Déroulement du projet de gestion de la finance.....	180
Tableau 4.12	Présentation des principaux indicateurs de gestion de la finance .....	181
Tableau 4.13	Déroulement du projet de TB pour la gestion d'un projet de développement logiciel .....	183
Tableau 4.14	Les principaux indicateurs de gestion des processus de production des SIO .....	185
Tableau 4.15	Déroulement du projet de TB de gestion des processus de production d'une SIO .....	186
Tableau 4.16	Les principaux indicateurs de gestion des processus de production des SIO .....	188
Tableau 4.17	Déroulement du projet Six Sigma dans la SIO .....	191
Tableau 5.1	Les problèmes décélés lors de l'analyse de la situation.....	207
Tableau 5.2	Procédure de liaison du modèle de buts (MB) et du SGS .....	218
Tableau 5.3	Les domaines du modèle intégrateur .....	240
Tableau 5.4	Indicateurs de mesure de l'efficience organisationnelle.....	243
Tableau 5.5	Dépendance de l'indicateur de productivité (ou de rentabilité).....	245
Tableau 5.6	Approche d'évaluation du capital de la SIO .....	246
Tableau 6.1	Responsabilités, rôles et besoins des intervenants.....	255
Tableau 6.2	Fonctionnalités du cadre d'application .....	263
Tableau 6.3	Fonctionnalités du système de modélisation de la structure organisationnelle (SMSO) .....	266
Tableau 6.4	Fonctionnalités de système de modélisation des processus (SMOP) .....	268
Tableau 6.5	Les fonctionnalités du système de gestion documentaire (SGD) .....	273
Tableau 6.6	Fonctionnalités du système de modélisation de la connaissance (SMC) .....	275

Tableau 6.7	Description des composantes du système de modélisation de la connaissance (SMC) .....	277
Tableau 6.8	Les fonctionnalités du système de gestion d'un projet (SGP) .....	278
Tableau 6.9	Les fonctionnalités du système de gestion d'un projet Six Sigma.....	279
Tableau 6.10	Les fonctionnalités du système de gestion de l'innovation (SGI) .....	281
Tableau 6.11	Fonctionnalités recherchées dans un gestionnaire des produits d'information (GPI) .....	284
Tableau 6.12	Les fonctionnalités du gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs (GEI) .....	285
Tableau 6.13	Fonctionnalités recherchées dans un système de veille environnementale (SVE).....	287
Tableau 6.14	Les fonctionnalités du système de collecte des données client (SCDC) .....	289
Tableau 6.15	Les fonctionnalités du système de gestion stratégique (SGS) .....	292
Tableau 6.16	Les fonctionnalités du gestionnaire du système de mesure (GSM).....	294
Tableau 6.17	Les fonctionnalités nécessaires aux agents intelligents (SMA).....	297
Tableau 6.18	Les fonctionnalités nécessaires au gestionnaire de contenu (GDC) .....	299
Tableau 6.19	Fonctionnalité de l'environnement de e-Learning (EEL).....	301
Tableau 6.20	Composantes de l'environnement de e-Learning (EEL) .....	303
Tableau 6.21	Fonctionnalités des systèmes d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE).....	306
Tableau 6.22	Les problèmes les plus importants de SIAE .....	307
Tableau 6.23	Composante transversale d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE).....	307
Tableau 6.24	Fonctionnalités des ETL .....	312
Tableau 6.25	Les fonctionnalités de l'entrepôt de données.....	316
Tableau 6.26	Les fonctionnalités d'un système de supervision des activités d'affaire (SSAA).....	319

Tableau 6.27	Les composantes d'un système de supervision des activités d'affaire (SSAA).....	319
Tableau 6.28	Fonctionnalités des systèmes informatiques d'aide à la décision (SIAD) .....	323
Tableau 6.29	Fonctionnalités du système opérationnel d'une SIO .....	326
Tableau 6.30	Outils logiciels retenus.....	328



## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1	Cycle de la démarche scientifique .....
Figure 1.2	Cycle de recherche sur l'état de l'art.....
Figure 1.3	Le cycle de développement des tableaux de bord (TB).....
Figure 1.4	Processus de gestion de la stratégie dans une organisation .....
Figure 1.5	Domaines et sous-domaines de recherche de la problématique.....
Figure 1.6	Les phases de la recherche .....
Figure 1.7	Les phases et les sous-phases de la recherche .....
Figure 2.1	Le modèle de pilotage.....
Figure 2.2	Modèle intégrateur des cadres de gestion .....
Figure 2.3	Modèle d'organisation des initiatives d'amélioration continue .....
Figure 2.4	Architecture des modèles à base de bonnes pratiques .....
Figure 4.1	Gérer les requis .....
Figure 4.2	Processus de planification d'un projet .....
Figure 4.3	Domaine des processus de supervision et contrôle du projet .....
Figure 4.4	Domaine des processus liés à l'assurance qualité des produits et des processus .....
Figure 4.5	Domaine des processus de la gestion de la configuration.....
Figure 4.6	Définition de la gestion du processus logiciel de l'organisation .....
Figure 4.7	Focalisation organisationnelle sur les processus .....
Figure 4.8	Domaine de processus de programmes de formation .....
Figure 4.9	Domaine de processus de gestion des requis .....
Figure 4.10	Domaine du processus de gestion des solutions techniques .....

Figure 4.11	Domaine des processus d'intégration des produits .....	156
Figure 4.12	Domaine des processus de gestion des vérifications .....	157
Figure 4.13	Domaine des processus de gestion de validation.....	158
Figure 4.14	L'organisation des divers sous-processus nécessaires à la gestion du risque.....	159
Figure 4.15	Gestion intégrée de projets.....	160
Figure 4.16	L'organisation des divers sous-processus nécessaires aux processus....	160
Figure 4.17	L'organisation pour l'environnement organisationnel d'intégration.....	161
Figure 4.18	L'organisation pour l'intégration de l'équipe .....	162
Figure 4.19	Interfaces principales du TB .....	179
Figure 4.20	Page principale d'indicateurs du TB .....	184
Figure 4.21	Carte de la connaissance .....	201
Figure 5.1	Architecture du cadre de référence pour la gestion de l'organisation ....	208
Figure 5.2	Méta-modèle du langage utilisé par le cadre de référence « <i>i*</i> ».....	211
Figure 5.3	Sous ensemble du méta-modèle du langage « <i>i*</i> » .....	217
Figure 5.4	Schéma d'explications de la réflexion en rapport au calcul de la valeur globale.....	220
Figure 5.5	Création d'un indicateur global de perspective .....	222
Figure 5.6	Création d'un indicateur global de perspective sur base de la réalisation d'un indicateur .....	223
Figure 5.7	Association d'une valeur à un niveau de la structure sur base des indicateurs des perspectives .....	226
Figure 5.8	Table inter-perspectives des poids d'impact entre les indicateurs .....	228
Figure 5.9	Liens entre les indicateurs d'une perspective de différents BSC.....	229
Figure 5.10	Partage des indicateurs entre plusieurs individus d'un même niveau....	230
Figure 5.11	Lien entre la structure, le modèle de buts et le système de gestion stratégique .....	231

Figure 5.12	Modèle de mesure de performance .....	237
Figure 5.13	Évolution du modèle de mesure de performance.....	239
Figure 6.1	Première version de l'environnement logiciel de support à l'entreprise intelligente .....	260
Figure 6.2	Deuxième version de l'environnement logiciel de support à l'entreprise intelligente .....	261
Figure 6.3	Troisième version de l'environnement logiciel de support à l'entreprise intelligente .....	262
Figure 6.4	Architecture technique du cadre d'application .....	264
Figure 6.5	Diagramme du système de gestion des bonnes pratiques (SGBP) .....	271
Figure 6.6	Diagramme du système de gestion documentaire (SGD) .....	274
Figure 6.7	Architecture du système de modélisation de la connaissance (SMC) .....	276
Figure 6.8	Architecture du système de gestion des produits d'information (SGPI) .....	282
Figure 6.9	Architecture du gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs.....	286
Figure 6.10	Architecture fonctionnelle du système de veille environnementale (SVE) .....	288
Figure 6.11	Architecture fonctionnelle du système de collecte des données client (SCDC) .....	290
Figure 6.12	Système de gestion stratégique (SGS) .....	293
Figure 6.13	Architecture du système du gestionnaire du système de mesure (GSM) .....	295
Figure 6.14	Environnement d'apprentissage à distance utilisant la technologie Internet .....	302
Figure 6.15	Architecture de l'environnement d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE).....	308
Figure 6.16	Système d'acquisition automatique des données.....	311
Figure 6.17	Architecture de l'ETL de Softtool le « SAAD ».....	313
Figure 6.18	Architecture du système d'entrepôt de données (ED) .....	317

Figure 6.19	Architecture fonctionnelle du système de supervision des activités d'affaire (SSAA).....	320
Figure 6.20	Le système de gestion de production de développement logiciel (SGPDL) .....	325
Figure 6.21	Module de gestion de projet.....	327
Figure 6.22	Environnements du développeur retenus .....	327

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES**

ABC-ABM	Activity Based Costing - Activity Based Management
AC	Amélioration continue
ANSI	American National Standards Institute
APQC	American Productivity and Quality Center
AQ	Assurance qualité
ASL	Application Service Library
BABOK	Business Analysis Body Of Knowledge
BAM	Business Activity Monitoring
BC	Base de connaissances
BD	Base de données
BI	Besoins d'information
BITS	Balanced IT Scorecard
BMP	Balancing Multiple Perspectives
BP	Bonne pratique
BPMS	Business Performance Measurement System
BSC	Balanced scorecard
BTO	Business Technology Optimization
CA	Conseil d'administration
CBT	Computer Based Training
CI	Capital intellectuel
CIM	Capital immatériel

CIP	Continuous improvement programs
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
COBIT	Control Objectives for Information & Related Technologies
COSOFT	Computer Support for Face to Face Teaching
CP	Comité de pilotage
CPMS	Corporate Performance Measurement System
CRM	Customer relation manager
DFSS	Design for Six Sigma
DMA	Développement des marchés d'affaires
DMAIC	Define Measure Analyze Improve Control
DR	Délai de récupération
EAI	Enterprise Application Integration
ED	Entrepôt de données
EEL	Environnement de e-Learning
EFQM	European Foundation for Quality Management
EI	Entreprise intelligente
EIA	Electronics Industry Association
EPMS	Enterprise Performance Measurement System
ERP	Enterprise Resource Planning
ESR	Évaluation du seuil de rentabilité
ETL	Extract Transfert Load
ETS	École de Technologie Supérieure

GC	Gestion des connaissances
GDC	Gestionnaire de contenu
GED	Gestion électronique des documents
GEI	Gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs
GFPM	General framework for performance measurement
GP	Good practices
GPI	Gestionnaire des produits d'information
GQM	Goal, question, metric
GRH	Gestion des ressources humaines
GRL	Goal-Oriented Requirement Language
GRTB	Gestionnaire du réseau de tableaux de bord
GSM	Gestionnaire de système de mesure
HBC	Hypermedia-Based Courseware
IAC	Initiative d'amélioration continue
IAM	Intangible Asset Monitor
IAQO	Indicateur d'assurance qualité
IC	Intelligence collective
ICU	Indicateur de coût unitaire
IDEAL	Initier Diagnostiquer Etablir Agir Apprendre
IEC	International Electrotechnical Commission
IEO	Indicateur d'efficience organisationnelle
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IIO	Indicateur d'innovation organisationnelle

IME	Indicateur de Mesure de l’Efficacité
INCOSE	International council on system engineering
IPD-CMM	Integrated Product Development CMM
IPF	Indice de profitabilité
IPPD	Intégration de produits et de processus intégrés de développement
IQP	Indicateur de Qualité des Produits Processus
IQPL	Indicateur de Qualité des Produits Logiciel
IRR	Internal rate of return
IS	Interim Standard
ISO	International Organization for Standardization
ITIL	Information Technology Infrastructure Library
KAOS	Knowledge Acquisition in automated specification
LOB	Langages orientés des buts
MB	Modèle de but
MGPI	Moteur de génération des produits d’information
MIP	Modèles d’infrastructure des processus
MOF	Microsoft Operations Framework
OA	Organisation apprenante
OS	Objectifs stratégiques
(P)-CMM	People Capability Maturity Model
PAC	Projet d’amélioration continue
PI	Produit d’information
PMBOK	Project Management Body of Knowledge

PME	Petites et moyennes entreprises
PMI	Project Management Institute
PMS	Performance Measurement System
PSM	Practical Software Measurement
PU	Processus unifiés
QEST	Quality factor + Economic, Social & Technical dimensions
RADAR	Résultats, approches, déploiement, affectation et revue
RH	Ressources humaines
ROI	Retour sur investissement
SAAD	Système d'acquisition automatique des données
SBI	Système à base d'indicateurs
SCAMPI	Standard Appraisal Method for Process Improvement
SCDC	Système de collecte des données client
eSCM	eSourcing Capability Model
SD	Strategic Dependency Model
SDM	Système de drillage de données
SED	Système d'entrepôt de données
SECAM	Systems Engineering Capability Assessment Model
SE-CMM	Systems Engineering Capability Maturity Model
SEI	Software Engineering Institute
SEMA	Software Engineering Measurement and Analysis
SGBDD	Système de gestion de bases de données distribuées
SGBP	Système de gestion des bonnes pratiques

SGC	Système de gestion de la connaissance
SGD	Système de gestion documentaire
SGI	Système de gestion de l'innovation
SGID	Système de gestion intégrée de données
SGIP	Système de gestion de l'intégration des projets
SGP	Système de gestion d'un projet
SGPDL	Système de gestion de production de développement logiciel
SGPAC	Système de gestion des programmes d'amélioration continue
SGS	Système de gestion stratégique
SIAD	Système interactif d'aide à la décision
SIAE	Système d'intégration d'applications d'entreprise
SIG	Système d'information de gestion
SIO	Software intensive organisations
SIP	Systèmes d'indicateurs de performance
SMA	Système Multi-Agents
SMART	System Measurement Analysis and Reporting Technique
SMC	Système de modélisation de la connaissance
SMO	Système de modélisation de l'organisation
SMOP	Système de modélisation des processus
SMP	Système de mesure de performance
SMSO	Système de modélisation de la structure de l'organisation humaine
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination
SR	Strategic Rationale model

SSAA	Système de supervision des activités d'affaire
SVE	Système de veille environnementale
SWEBOK	Software Engineering Body of Knowledge
TB	Tableau de bord
TI	Technologies de l'information
TIC	Technologies de l'information et de la communication
TRI	Taux de rentabilité interne
UML	Unified Modeling Language
VAN	Valeur actuelle nette
XML	eXtensible Markup Language



## INTRODUCTION

Les dernières décennies ont présenté plusieurs défis liés à la globalisation des marchés dans les organisations de tous les domaines et notamment chez celles qui utilisent et développent intensivement du logiciel (Software Intensive Organizations (SIO)) rendant l'environnement de plus en plus difficile à appréhender. Les SIO, particulièrement les petites et moyennes entreprises (PME), sont confrontées à une augmentation de la compétitivité, à l'augmentation des exigences des clients, à une réduction de la disponibilité de la main-d'œuvre et à des pertes financières relatives à l'échec ou aux carences des projets logiciels représentant annuellement des pertes de milliards de dollars. Pour répondre à ces défis et augmenter leur compétitivité, ces SIO doivent intégrer l'innovation par le déploiement de programmes d'amélioration continue (PAC) basés sur une variété de stratégies et de méthodes pour transformer l'organisation. Les efforts consentis pour obtenir une amélioration continue (AC), effective, permanente et globale n'ont pas toujours donné les résultats escomptés ou ont parfois conduit à des situations financières précaires. Les motivations finales demeurent de réaliser un maximum de profits tout en assurant leur pérennité.

La première phase de nos travaux a permis la définition préliminaire de la problématique ainsi que les contextes de la recherche. Nous avons ensuite, en s'appuyant sur la démarche scientifique, défini notre méthodologie de recherche avec un ensemble d'expérimentations dans deux organisations. Le chapitre 1 décrit la première phase de nos travaux de recherche.

Nous avons ensuite préparé un état de l'art dont la synthèse est présentée dans le chapitre 2 qui est divisé en quatre sections selon les domaines de solutions de la problématique. La première section présente une étude des divers cadres de gestion incluant les mécanismes structurels et systémiques pouvant être mis en place pour soutenir la prise de décisions en vue de l'atteinte des objectifs visés par les SIO ainsi que diverses approches d'AC. Nous terminons la première section par l'étude des concepts essentiels à nos travaux, soit l'innovation et la gestion stratégique. La seconde section présente les divers modèles regroupant les initiatives sous la forme de bonne pratique (BP). Nous proposons une

catégorisation et une proposition d'organisation les mettant en relation avec une SIO. La troisième section présente l'état de l'art des systèmes à base d'indicateurs (SBI) permettant de guider les décisions de façon à piloter l'organisation à tous les niveaux décisionnels que ce soit stratégique, tactique ou opérationnel. Les travaux sur les systèmes de gestion stratégique pertinents à notre contexte ainsi que les problèmes liés seront examinés. La quatrième section présente une revue des concepts de l'entreprise intelligente (EI) qui seront envisagés comme solution à la problématique de recherche.

Le chapitre 3 présente une étude plus détaillée de la problématique par la définition des objectifs de recherche et de leurs relations donnant ainsi la démarche logique de notre approche pour sa résolution. Le chapitre 4 présente une synthèse de l'exécution de nos divers travaux ainsi que les principaux résultats. Nous présentons d'abord les travaux sur le déploiement de l'infrastructure ainsi que les diverses évaluations qui ont suivi dans la première et ensuite dans la seconde SIO. Nous présentons subseqémment les diverses expérimentations sur les tableaux de bord (TB). Nous exposons aussi notre expérimentation sur la mise en place d'un programme d'amélioration. Nous proposons ensuite une synthèse de nos expérimentations en mettant en place les concepts liés à l'EI et à notre problématique. Le chapitre 5 présente des modèles permettant de répondre aux problèmes découverts lors de nos travaux. Nous proposons un modèle des buts pour permettre une définition structurée des buts, diverses approches pour permettre de déterminer une valeur globale à l'organisation et sa ventilation et un modèle d'évaluation de la valeur de l'organisation. Le chapitre 6 propose un environnement logiciel de support à l'EI. Nous présentons d'abord les différents utilisateurs et leurs besoins. Nous exposons ensuite son architecture fonctionnelle et technique. Nous proposons ensuite une description du déroulement du projet et une description de chacune des composantes. Le chapitre 7 présente les retombées industrielles de nos travaux de recherche. Il est divisé en trois sections représentant chacun un ensemble de retombées : l'état de l'art, l'industrie du génie logiciel et les retombées relatives aux deux organisations partenaires de nos travaux et qui nous ont servi de laboratoires d'expérimentation.

## CHAPITRE 1

### PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Ce chapitre présente la problématique choisie, le contexte de la recherche ainsi qu'une brève description de l'ensemble des méthodes et des techniques qui seront utilisées ce travail de recherche.

#### 1.1 La problématique de recherche

Les dernières décennies ont présenté plusieurs défis aux organisations de tous les types. Ces défis incluent la globalisation des marchés, l'augmentation des exigences des clients et des divers intervenants ainsi que la réduction de la disponibilité de la main d'œuvre pour ne nommer que ces derniers (Cameron, 2003; OCDE, 2010; Ouellet, 2006). Avec l'apparition et le développement de ces phénomènes les entreprises évoluent dans un environnement de plus en plus difficile à appréhender. Les entreprises sont obligées de réagir de plus en plus rapidement face à un milieu économique en constante évolution. Il en résulte que la prise de décision stratégique est de plus en plus complexe particulièrement à cause de l'augmentation du nombre de paramètres à considérer et de la nécessité pour les gestionnaires d'intervenir efficacement pour ne pas laisser le temps aux concurrents de les devancer. Malgré l'évolution de la situation organisationnelle, la motivation finale des organisations dans le monde occidental demeure, en général, de réaliser un maximum de profits tout en assurant leur pérennité. Cette situation est similaire dans les organisations qui développent, maintiennent et utilisent intensivement du logiciel (SIO), ce qui inclut les départements informatiques, les spécialistes de l'impartition, etc.

Pour répondre à ces défis et augmenter leur compétitivité, plusieurs organisations ont tenté ou ont implanté un ou plusieurs programmes d'amélioration pour transformer l'organisation (Buglione et Abran, 2000; Marr et Schiuma, 2003; Rich, 2007). Ces dernières utilisent une variété de stratégies et de méthodes telles que la gestion de la qualité totale (Rothenberger,

Kao et Wassenhove, 2010), la réingénierie des processus (Chou et Chou, 2007), le déploiement de politiques (Akao, 1991) parmi d'autres. Pour juger de l'impact réel de ces programmes d'amélioration, des programmes de mesures permettant d'en démontrer objectivement et quantitativement les bénéfices doivent être mises en place. Les organisations doivent aussi relever le défi que représente la mesure des performances de leurs systèmes de manière à en utiliser les résultats pour améliorer leurs processus et leurs pratiques.

D'autre part, le montant des économies réalisées par l'implantation d'un PAC dans le contexte de la production du logiciel et de sa gestion, ne semble pas représenter une mesure réaliste de l'amélioration en considérant l'ensemble des perspectives de l'organisation. En effet, les approches actuelles semblent conduire à des optimisations locales et semblent porter sur une vision à court terme. L'amélioration réelle d'une organisation doit être permanente tout en assurant sa survie à long terme. Elle doit donc intégrer de manière judicieuse l'innovation. Les responsables des SIO et les gestionnaires de systèmes d'information de gestion (SIG) ont besoin, pour atteindre une certaine optimalité, d'outils de mesure leur permettant de décider des actions correctrices pour rencontrer leurs objectifs. Le développement d'applications et la fourniture de services de technologie de l'information doivent être mesurés continuellement et systématiquement.

### **1.1.1 Le contexte de recherche**

Nous présentons maintenant l'ensemble des éléments qui forment le contexte dans lequel s'insèrent nos travaux de recherche que nous spécifierons par une présentation de l'état global des particularités et des conjonctures de la situation apportant une clarification sur le sens de nos travaux. Le contexte est une notion dont de nombreuses communautés scientifiques font amplement usage (Context, 2007). On définit le contexte comme la « situation d'une entité de référence par rapport à un ensemble plus global » (Lyytinen et Yoo, 2002). Cette définition générale est compatible avec plusieurs autres définitions de la littérature. Nous utiliserons une taxonomie prenant en compte les différentes thématiques de

notre problématique. Elle est fondée sur des attributs déterminant un contexte défini par domaine (ex. : structurel, situationnel, d'environnement, interne, opérationnel, etc.). Elle permettra de caractériser plus finement et de manière limitée chaque notion par une définition maintenant qualifiée. Le reste de la section décrit le contexte selon les différents domaines proposés.

### 1.1.2 Contexte structurel

Le contexte structurel s'intéresse à la définition et à la spécification de l'aménagement des éléments et à la manière dont ils dépendent les uns des autres. La structure fondamentale considérée dans nos travaux est l'entreprise qui est un type particulier d'organisation. L'objectif principal poursuivi par les entreprises est la réalisation d'un profit financier suffisant pour assurer sa viabilité à long terme. Pour atteindre cet objectif elle doit être gérée, guidée, orientée; nous regroupons ces actions sous le terme de pilotage. Nous désignerons une organisation comme étant un système doté d'une structure et de moyens de communication permettant de transmettre de l'information afin de combler des besoins ou d'atteindre des buts spécifiques (Scott et Davis, 2006). De manière plus précise une entreprise est « une organisation à caractère commercial ayant une structure économique et sociale travaillant de manière organisée qui met en œuvre des moyens humains, matériels et financiers pour produire des biens ou des services dans un environnement » (OQLF, 2004).

Peu importe leurs lieux d'origine les organisations ont toutes leur histoire. Elles démarrent, progressent, régressent et parfois s'arrêtent. Elles ont des caractéristiques (taille, forme juridique, secteur d'activité économique). Dans une perspective économique, elles sont classifiées par secteurs d'activité et par taille, suivant des objectifs et des motivations de profit et d'utilité. Une entreprise peut être composée d'un nombre variable d'établissements pouvant comprendre plusieurs unités d'exploitation distribuées sur un territoire géographique défini (Riopel et Croteau, 2008). Leurs activités permettent de réaliser leur mission selon un degré de performance issu des résultats significatifs, un degré d'innovation résultant de la mise en commun des compétences nécessaires pour le générer, pour la maintenir et pour le

dépasser pour des besoins concurrentiels et un degré d'informatisation répondant aux besoins de croissance et lui permettre de rivaliser avec la concurrence (Riopel et Croteau, 2008).

### **1.1.3 Contexte situationnel**

Le contexte situationnel définit les critères ayant un intérêt dans la dynamique de nos travaux. D'une façon générale les entreprises peuvent être classifiées en fonction de plusieurs critères : de leur taille et de leur impact économique (de micro à groupe d'entreprises), de leur activité (individuelle, artisanale, commerciale et industrielle), de leur secteur économique ( primaire, secondaire, tertiaire) de la branche et du secteur d'activité et finalement selon leur statut juridique (public, privé, coopératives, etc.). Nos travaux porteront sur des PME de type industriel ou commercial œuvrant dans les secteurs économiques du tertiaire et dans le secteur d'activité des technologies de l'information et des communications (TIC) et qui développent et/ou utilisent intensivement du logiciel (SIO). Pour mieux encadrer le contexte situationnel, nous présentons d'abord une définition de PME. Puis nous présentons ce qu'est une SIO et ce qui la caractérise.

Une PME est « une entreprise qui est considérée comme étant de petite ou de moyenne importance en raison du nombre de ses salariés, de son chiffre d'affaires ou du total de son actif » (Riopel et Croteau, 2008). Bien que le concept diffère selon les pays ou les secteurs d'activités, une PME ne doit habituellement pas compter plus de 500 employés, son actif ne peut être supérieur à 25 millions de dollars et son capital ne doit pas être détenu à plus de 25 % par une autre entreprise (Riopel et Croteau, 2008). Ce groupe est souvent divisé en trois sous-groupes selon le nombre d'employés : les très petites entreprises (cinq employés et moins), les petites entreprises (5 à 50 salariés), les moyennes entreprises (variable suivant le pays et le secteur d'activité, maximum fixé à 500 salariés) (Direction générale des approvisionnements, 2011).

Les SIO sont des entreprises dont l'activité première est le développement d'applications logicielles ou encore des organisations dont au moins un département développe du logiciel

comme une partie intégrante d'un produit final ou encore qui développent des logiciels pour utilisation interne pour améliorer les résultats de l'organisation ainsi que les organisations de grande taille qui travaillent comme des unités d'affaires autonomes. Les SIO sont des organisations à fort capital intellectuel (CI) basées sur une main-d'œuvre qui doit être très qualifiée. Le travail réalisé est de nature abstraite et intangible. Le financement par les institutions classiques est souvent difficile à cause de ces deux aspects.

#### **1.1.4 Contexte d'environnement**

Pour les SIO, hormis quelques fraudes et les mauvais ciblages de marché, la majorité des échecs viennent des carences dans la gestion et la réalisation des projets logiciels. Des milliards de dollars sont perdus chaque année en raison de l'échec des projets logiciels : « en 2002, il a été estimé qu'il se perdrait par année, aux États-Unis, 78 milliards de dollars US et, en Islande (Nevalainen, 2002), 78 millions » (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). La situation n'est pas différente au Royaume-Uni, où parmi 18 projets logiciels d'importance, 12 ont échoué (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). Le Canada (informatisation du registre des armes à feu 96 millions (Castonguay, 2006; GRC, 2010; Panasuk, 2004) et le Québec (Dumais, 2010; Panasuk, 2004; Tellier, Trudel et Lacroix, 2003) n'y échappent pas. Les répercussions de ces revers ont eu pour résultat : la perte de ressources, d'importantes pertes financières, des effets nuisibles sur la perception de l'industrie et quelques décès (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). Les résultats des études du « US Standish Report » (Glass, 2005; Jorgensen et Molokken, 2006) portant sur plusieurs milliers de projets logiciels, démontre que, si la situation s'est sensiblement améliorée entre 1995 et 2010, elle demeure tout de même préoccupante (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). D'ailleurs, « du point de vue légal, ces échecs ont donné suite à des poursuites judiciaires dont les coûts [...] sont plus élevés que les coûts de développement » (Benediktsson, 2002). De plus, la justice californienne a jugé qu'il est maintenant possible d'intenter un recours collectif à l'encontre d'un fabricant de logiciels (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003).

### 1.1.5 Contexte interne

Le contexte interne présente le marché occupé par le type d'entreprise retenu pour nos travaux. Les SIO au Québec comprennent 335 entreprises et emploient plus de 6900 personnes (Ducharme, 2003; IQ, 2010). Elles conçoivent surtout des logiciels d'applications verticales qui répondent aux besoins particuliers d'un secteur d'activité ou d'une profession et des logiciels d'applications horizontales qui peuvent répondre aux besoins de plusieurs entreprises. Elles sont généralement des PME montréalaises; 80% d'entre elles ont moins de 25 employés, tandis qu'une trentaine d'entreprises seulement, environ 6 % de l'industrie, ont 100 employés ou plus (Bellotti *et al.*, 2001; Poiré, 2010). Dans ces PME, plus de la moitié des revenus sont issus de l'exportation.

Dans les autres pays du monde, la majorité des SIO sont aussi des PME. En Europe 85% des entreprises emploient moins de dix personnes (Benedicneti, Succi et Vernazza, 2001; Fernandez, 2000; Mars, 2002). Une étude belge indique qu'environ 60% des entreprises emploient moins de cinq personnes. En Irlande du Nord une enquête détermine que 66% des SIO comptent au plus 20 individus. Au Brésil, un peu moins 70% des SIO sont des PME (Laporte, April et Renault, 2005; Staab *et al.*, 2000).

Au Québec, les SIO sont actuellement confrontées à l'intensification de la concurrence mondiale dans le domaine du développement logiciel, ce qui n'a pourtant pas empêché le développement de l'industrie. Selon Morin (Morin, 2001; Poiré, 2010), il s'est « construit et maintient une réputation enviable en technologies de l'information (TI), l'un des secteurs les plus dynamiques de son économie ». De nombreux pays, et leur nombre augmente, convoitent les même marchés que le Québec. Leur avantage concurrentiel repose sur le déploiement et le suivi d'approches de la qualité et des équipes de développement avec des rémunérations cinq fois moins élevées (Morin, 2001). Dans le cadre du développement logiciel, le Québec a peu adopté les diverses approches basées sur les BP (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). L'utilisation de ces approches lui permettrait de saisir, tout comme ses compétiteurs étrangers, les opportunités offertes par un marché représentant des milliards de

dollars de revenus et qui prendra de l'ampleur, au cours des prochaines années, au gré des assurances que le logiciel livré satisfera aux exigences de qualité attendus (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). Les SIO évoluent donc dans un milieu économique en constante évolution de plus en plus difficile à appréhender, les obligeant à réagir de plus en plus rapidement.

Les clients de SIO rencontrent les problèmes suivants : les délais de livraison trop longs et non respectés, l'insatisfaction des utilisateurs finaux et les logiciels qui ne sont pas en mesure de répondre aux demandes des clients et du marché (Roggio, Kashyap et Honan, 2000). Les problèmes rencontrés par les SIO sont : l'incapacité à l'anticipation, le coût réel des projets, des coûts de développement et de maintenance très élevés avec une qualité inégale des produits logiciels entraînant un intervalle et un cycle de développement longs, une incapacité croissante à répondre aux engagements de contenu et de cédule en fonction de l'analyse du risque et des estimations, peu ou pas d'habileté à réaliser une conception quantifiable et des objectifs de qualité à tous les niveaux du processus de développement (Beecham, Hall et Rainer, 2003; Guerrero et Eterovic, 2004; Niazi, Wilson et Zowghi, 2003). De plus, il est presque impossible aux organisations, sans une structure adéquate et définie, de se préparer au benchmarking et de comparer leur performance à celle des autres. Il est aussi difficile d'évaluer les progrès des équipes informatiques. Notons que la situation des PME est particulière et peu ou pas de travaux ont porté sur ce type d'organisations.

### **1.1.6 Contexte opérationnel**

Cette section présente une description des deux organisations dans lesquelles l'ensemble de nos expérimentations aura lieu, soit des SIO de type PME. Ces deux SIO sont représentatives de leur milieu et du marché des TIC. Elles font face aux mêmes enjeux. Les organisations retenues ont pour avantages leur souplesse, leurs temps de réaction courts et l'assurance du soutien et de l'implication des gestionnaires.

Net Communications Inc., fondé en 1995, a pour mission d'offrir des services en tant qu'intégrateur dans le domaine des affaires électroniques, secteur où la convergence

technologique et de contenu constitue la clé du succès de l'entreprise. Leur vision est d'être un chef de file de l'innovation dans le secteur des TI afin de contribuer au succès de ses clients. Pour remplir sa mission, elle offre des produits et services personnalisés, spécialisés, novateurs et abordables dans les secteurs de l'Internet, du multimédia et de la télévision interactive à une clientèle commerciale, industrielle et institutionnelle. Elle a un chiffre d'affaires environnant les cinq millions de dollars et compte près de trente employés répartis dans les bureaux de Montréal et de Saint-Jean-sur-Richelieu. Elle envisage d'investir quatre ressources sur une période de trois ans dans ses projets d'AC.

Softtool est une organisation développant des applications logicielles dans le domaine de l'EI. Sa mission consiste à mettre son expertise, son savoir-faire, sa capacité d'innovation au service de ses clients afin de faire de la technologie leur meilleur allié. Sa stratégie est d'offrir des logiciels qui permettent à ses clients de se positionner face à la concurrence par l'utilisation de logiciels de gestion stratégique à la hauteur de leurs besoins permettant de maximiser leurs investissements informatiques. Softtool a un chiffre d'affaire environnant le million de dollars et compte près de dix employés localisés à Saint-Jean-sur-Richelieu. Softtool planifie d'investir quatre ressources sur une période de cinq ans dans le projet.

### **1.1.7      Domaines d'étude**

Pour ces contextes et la problématique de recherche nous avons identifié plusieurs domaines de connaissances pertinents (tableau 1.1).

Tableau 1.1 Domaines de connaissances

Domaine	Définition
Génie logiciel	C'est l'ensemble des méthodes, des techniques et outils liés aux activités pour la production et au suivi rationalisé et quantifiable du logiciel, incluant la conception, la mise en œuvre et la maintenance des produits (IEEE, 1990).
Système de mesure	C'est un ensemble cohérent de dispositions complètes et coordonnées d'instruments de mesure visant à exécuter une tâche de mesurage spécifiée (JO, 1984). Il doit assurer la détermination de la valeur associée à un élément. Ceci qui inclut l'ensemble des opérations permettant de déterminer la valeur d'une grandeur liée à ce qui est mesuré (Roth, Prieto et Dvir, 2000; Thiétart, 2003).
Méthode de mesure	Évaluation des comportements ou des caractéristiques observables décrits par un attribut d'un objet défini par une règle qui indique comment faire coïncider une valeur appartenant à l'échelle déterminée. Cela nécessite que les qualités et les modalités des objets soient distinctement déterminés dans l'ensemble de la mesure (Lebas, 1995).
Tableau de bord	C'est un instrument d'aide au pilotage permettant la décision, la prévision et le contrôle de gestion grâce à un ensemble d'indicateurs développé pour fournir aux décideurs l'état et l'évolution d'un système (Marsal et Travaillé, 2006).
Approche d'amélioration continue	C'est un mode de gestion qui favorise un progrès constant et graduel par l'adoption de moyens par lesquels l'organisation est continuellement remise en question. Elle est en recherche quotidienne afin de découvrir des améliorations et des progrès potentiels en matière d'économie, d'efficience en faisant appel à la créativité de tous les acteurs. Elle repose sur le besoin essentiel des entreprises de s'améliorer en optimisant les ressources et en éliminant les opérations ne produisant pas de valeur (Selm, 2010).
Système de gestion stratégique	C'est un ensemble d'actions, d'éléments et d'activités coordonnés pour la planification, la direction et le contrôle qui vise à définir les orientations de l'entreprise et leurs mises en œuvre (Marsal et Travaillé, 2006). Il est formé des « orientations générales qu'envisage de prendre une unité économique pour atteindre ses buts dans un environnement donné et face à une concurrence donnée » (OQLF, 2004).

## 1.2 La méthodologie de recherche

Cette section présente la méthodologie de recherche utilisée dans notre démarche de résolution de la problématique de façon succincte. Le lecteur retrouvera en annexe I une description beaucoup plus détaillée. Notre méthodologie s'appuie sur le cycle et les approches de la méthode scientifique fondée sur le principe de mesure rigoureuse et objective. Nous décrirons ici de manière hiérarchique l'ensemble des méthodes, des techniques utilisées et des approches utilisées dans le cadre de ce projet de recherche.

### 1.2.1     Démarche scientifique

Nous baserons nos approches dans la mesure du possible sur la méthode hypothético-déductive, qui est une méthode basée sur la création d'une ou plusieurs hypothèses liées à un sujet de recherche et qui seront vérifiées de manière empirique afin de déterminer si les hypothèses sont conformes aux résultats obtenus. En cas d'échec, les hypothèses sont soit rejetées, soit amendées afin de tenir compte des résultats (Dépelteau, 2003). Les expériences peuvent être considérées scientifiques lorsqu'elles sont menées en suivant des protocoles rigoureux décrivant la planification et la réalisation concrète de la situation expérimentale, la cueillette des données, généralement à l'aide d'instruments de mesure, ou l'interprétation théorique. Nous utiliserons diverses démarches scientifiques comme l'observation, la modélisation et la simulation.

La figure 1.1 présente le cycle fondamental sur lequel repose nos travaux. Ils débuteront par l'identification de la problématique qui impose, en fonction des besoins, la réalisation en parallèle de cycle d'étude sur l'état de l'art et des technologies. Ces phases ont pour objectif d'identifier les chemins et les hypothèses déjà explorés par d'autres chercheurs ainsi que de déterminer les approches pouvant répondre aux besoins liés à la problématique. L'identification et l'énoncé des hypothèses est la phase qui succèdera à l'effort de compréhension de la problématique. Les étapes suivantes consistent à conduire une ou plusieurs séries d'expérimentations permettant de confirmer ou d'infirmer l'atteinte d'un objectif. L'expérimentation est « une méthode scientifique exigeant l'emploi systématique de l'expérience afin de vérifier les hypothèses avancées et d'acquérir des connaissances positives dans les sciences expérimentales » (CNRTL, 2009b) en obtenant des données quantitatives. Le cycle général débutera par le choix de l'approche à utiliser qui variera selon le contexte à expérimenter. Ceci permettra le développement d'un protocole d'expérimentation qui regroupera la description des conditions et du déroulement d'une expérience qui doit être suffisamment claire afin qu'elle puisse être reproduite de manière identique. Le niveau d'incertitude étant très important, en raison des éléments spéculatifs, des activités visant la réduction au minimum des paramètres incertains doivent être entreprises.

Nous procéderons à la conduite de l'expérimentation, à la collecte des données et à l'évaluation des résultats. On déterminera le niveau d'atteinte de l'hypothèse par une mesure des objectifs selon les modèles utilisés. Le cycle se termine par une discussion sur l'expérimentation et les conclusions scientifiques que l'on peut tirer. Il pourra entraîner une reformulation ou une clarification de la problématique. Dans le reste de la section nous présenterons les divers cycles utilisés selon le type et le besoin de l'hypothèse à vérifier.

### **La gestion de projet**

La gestion de projet a « pour but d'organiser un projet de façon gérable pour le commanditaire, de la première idée jusqu'à son aboutissement et de favoriser la réussite du projet » (Führer et Züger, 2006) tout en se conformant à ses contraintes. Dans le présent contexte, il s'agit de mettre en place les approches, les processus et les méthodes pour assurer le succès de notre projet. Pour la réalisation de ces activités le « Guide de gestion de projet » (Ducros, Meilleur et Roy, 1987), ainsi que le corpus des connaissances du « Project Management Institute (PMI) » (PMI, 2008) seront utilisés. La section 4 de l'annexe I présentera divers aspects nécessaires à la gestion du projet.

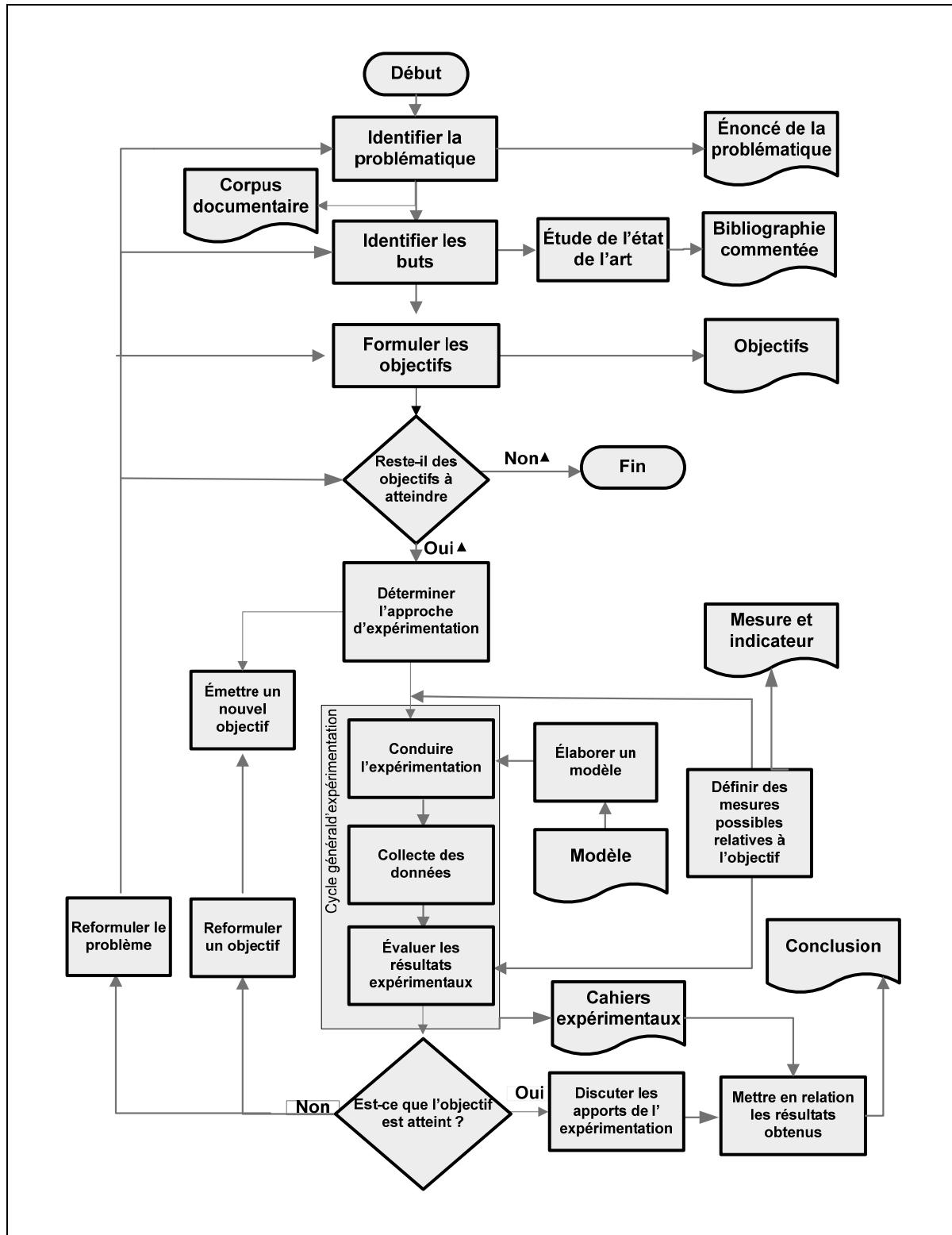


Figure 1.1 Cycle de la démarche scientifique

## Approche pour la mesure en génie logiciel

La mesure est un outil fondamental de la science. En génie on la définit comme une évaluation quantitative des caractéristiques d'un bien, d'un service ou d'un processus afin d'en apprécier la qualité (McGarry *et al.*, 2001). La mesure dans le génie logiciel est une discipline clé dans l'ensemble des activités du cycle de vie du logiciel incluant l'évaluation de la qualité des produits logiciels et la capacité des organisations à structurer les processus logiciels (Benedicneti, Succi et Vernazza, 2001). L'annexe II présente une description des approches retenues dans le cadre de nos travaux pour la définition des indicateurs essentiels à la construction des SBI et les motifs de notre choix.

## Approche pour la recherche sur l'état de l'art

L'état de l'art précède la réalisation d'un projet de recherche et permet de réunir toutes les informations, les publications, les découvertes et les nouveautés pertinentes liées au sujet d'étude. L'état de l'art représente un bilan des connaissances disponibles sur le sujet de la recherche (UMONS, 2010). La figure 1.2 présente les principales étapes retenues divisées en deux groupes : la réalisation de la recherche bibliographique et la veille technologique.

La recherche bibliographique débute par la définition des domaines d'intérêts, puis par la définition des mots clés qui formeront les chaînes utilisées dans les outils de recherche. Les articles trouvés sont examinés de manière superficielle (résumé, mots-clés, etc.) et les plus pertinents seront étudiés de façon détaillée. Une liste relativement complète des articles d'un domaine et un document de bibliographie commentée seront construits. Dans un domaine appliqué comme le génie logiciel une revue de l'état de l'art inclut une veille technologique, qui est une « activité mettant en œuvre des techniques d'acquisition, de stockage, d'organisation, d'analyse et de diffusion d'informations pertinentes, concernant un produit ou un procédé, sur l'état et l'évolution de son environnement scientifique, technique, commercial » (Jakobiak, 2006) qui permettra de déterminer les chemins de solution potentiels à notre problématique. La seconde partie de la figure 1.2 propose le cycle détaillé

de la veille technologique. La première étape est similaire à une recherche bibliographique. Par contre, la nécessité des expérimentations sur les produits logiciels, les méthodologies et les approches proposées auront comme but de déterminer les forces et les faiblesses.

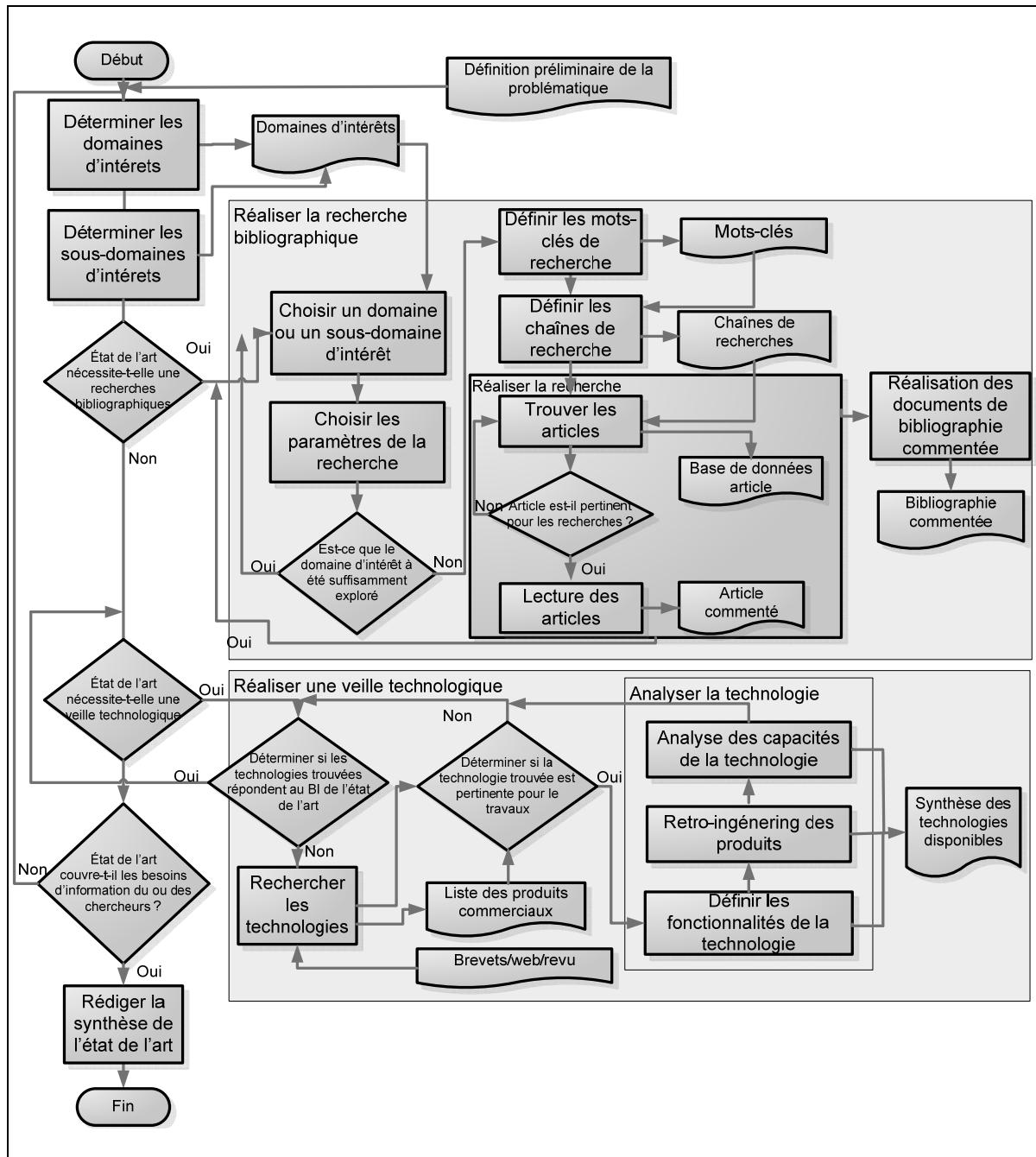


Figure 1.2 Cycle de recherche sur l'état de l'art

### 1.3 Application de la méthode scientifique au domaine de recherche

Nos travaux nous ont menés à déterminer un cycle d'expérimentation spécifique à chaque technologie utilisée ce qui implique un ensemble de méthodes, de modèles et d'outils. Les approches retenues sont brièvement décrites (leurs détails sont présentés en annexe I).

#### 1.3.1 Approche pour le développement d'un TB

Dû à la nature complexe et à son importance pour le succès de l'organisation les projets de réalisation d'un TB doivent reposer sur une méthode rigoureuse, bien structurée, encadrée et suivie (section 6 annexe I). Le but de la méthode vise essentiellement à fournir de bons TB qui pour cela doivent reposer sur un agencement d'indicateurs pertinents, utiles, correctement définis et à valeur ajoutée. Les TB doivent être réalistes et prendre en compte les besoins, les contraintes et les ressources disponibles dans l'organisation. La démarche proposée (figure 1.3) semble plus séquentielle dans sa présentation qu'elle ne peut ou ne doit l'être dans la réalité. Les étapes ne sont pas mutuellement exclusives, certaines d'entre elles pouvant être menées parallèlement et les résultats d'une étape aidant à compléter l'autre et vice-versa.

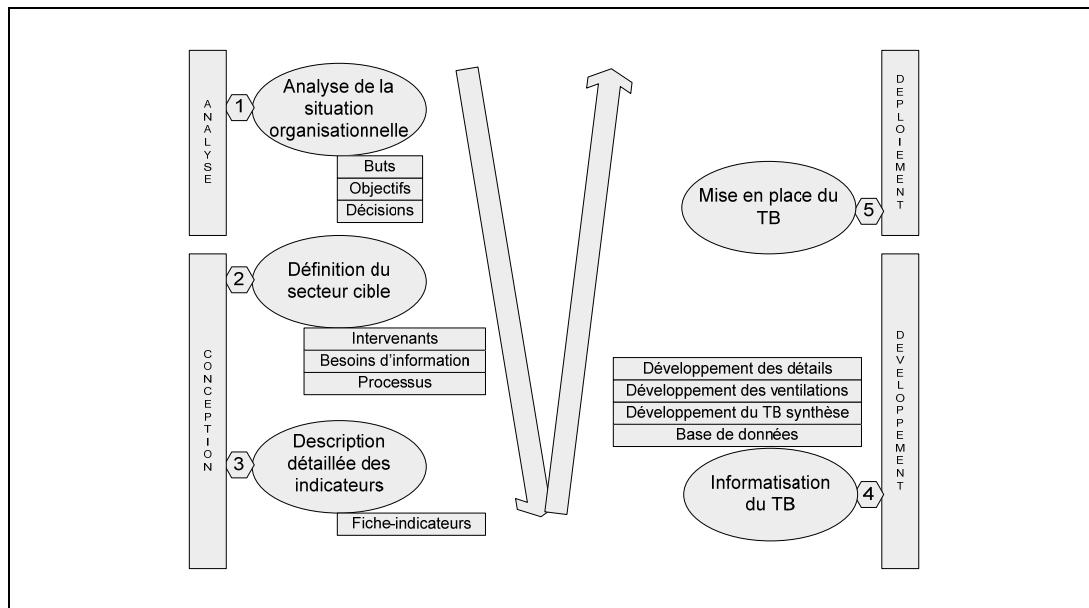


Figure 1.3 Le cycle de développement des tableaux de bord (TB)

### **1.3.2 Méthode pour l'exploration de l'amélioration continue**

Nous présenterons trois différents modèles que nous utiliserons dans l'expérimentation de l'AC et des PAC (sections 7 à 9 de l'annexe I). Le premier, appelé « Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) » (SCAMPI, 2001) a été conçu pour fournir une évaluation de qualité relativement au niveau d'atteinte de la conformité des processus en usage face au modèle CMMI du « Software Engineering Institute » (SEI) (CMMI, 2000b). Elle sera utilisée pour acquérir des connaissances sur la capacité des organisations sélectionnées dans le cadre de nos recherches, à réaliser du logiciel en identifiant les forces et les faiblesses des processus d'ingénierie courants mis en place. Elle est applicable à une large gamme de modes d'évaluation incluant la détermination de l'amélioration des processus internes et des capacités externes d'une SIO. Le second modèle, est « Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting and Learning » (IDEAL) et fournit une approche définissant les étapes, activités et principes à utiliser lors d'expérimentation de projet de AC (McFeeley, 1996). Le troisième modèle « Six Sigma » permet de juger de l'amélioration des activités relatives à un processus. Elle comprend deux grandes méthodologies complémentaires : la « Define Measure Analyze Improve Control (DMAIC) » et la « Design for Six Sigma (DFSS) ».

### **1.3.3 Méthode pour le développement de la gestion stratégique**

Nos travaux sur l'état de l'art nous ont permis de constater qu'il n'existe pas de méthodologie détaillée pour le développement de système de gestion stratégique (SGS) comme c'est le cas pour le logiciel. Nous avons constaté que certains cadres sont disponibles (Clivillé, 2004; Marsal et Travaillé, 2006), mais ils demeurent relativement incomplets, particulièrement au niveau des outils et modèles proposés. Une partie de nos travaux portera sur la définition d'une telle approche. La figure 1.4 présente le processus de base de la gestion de la stratégie d'une organisation. La définition de la mission permet de construire une image de sa position dans le futur. Cette vision est exprimée en termes des objectifs et le degré de sa réalisation est mesuré par les indicateurs liés et les cibles associées. Pour chacun des objectifs, une initiative ou projet PAC (Six Sigma, réingénierie des processus, mise en

place de processus standardisés, etc.) est mise en place auquel sont associées des ressources. L'initiative portera sur un ou plusieurs processus. Le but sera d'améliorer les performances générales de ce ou ces derniers.

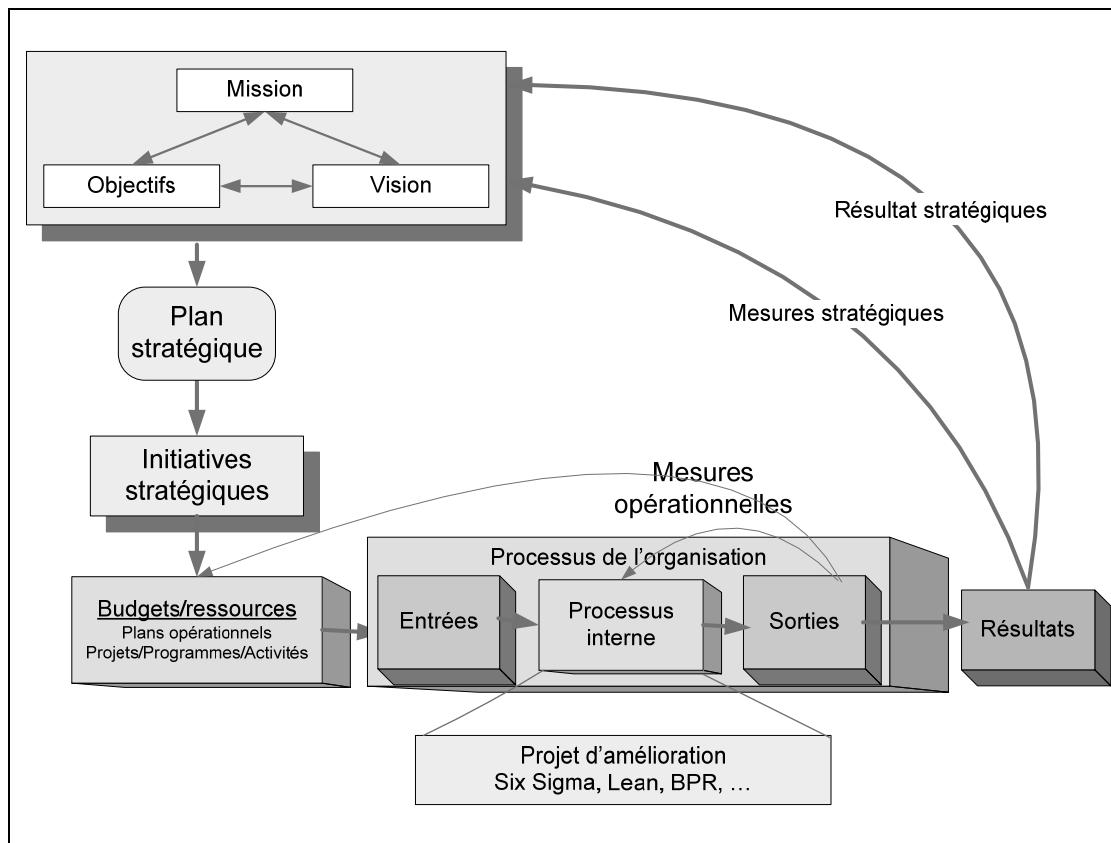


Figure 1.4 Processus de gestion de la stratégie dans une organisation

### 1.3.4 Méthode pour la mise en place des mécanismes de l'entreprise intelligente

Notre état de l'art a permis de remarquer qu'il n'existe pas d'approche complète pour la mise en place des mécanismes de l'EI dans une organisation et plus particulièrement les SIO. On trouvera dans l'annexe VI des énoncés de pratiques essentielles à la réussite d'un tel projet incluant une approche pour la cartographie de la connaissance.

### **1.3.5 Le processus d'expérimentation logicielle**

L'exécution du travail d'expérimentation nécessitant le développement de composantes logicielles sera effectuée selon une méthodologie basée sur une approche en spirale s'assurant de l'évolution continue du développement (section 5 de l'annexe I). Elle se veut générique, itérative et incrémentale, centrée sur l'architecture et offre un cadre de processus destiné au développement logiciel adaptable à diverses classes de problématiques selon le domaine d'application, le niveau de compétences des intervenants ainsi que la taille et le type de SIO (Boehm, 1986; Boehm et Belz, 1989; Booch, Rumbaugh et Jacobson, 2000). Les détails de notre approche inspirée de l'extreme programming (Abrahamsson, Marchesi et Maurer, 2009; Sharp et Robinson, 2008) et un descriptif des documents à produire sont disponibles sur le site web de Softtool.

## **1.4 La démarche de recherche**

Nous décrirons maintenant notre démarche de recherche, incluant l'ensemble des moyens qui seront mis en œuvre pour atteindre les objectifs fixés en définissant toutes les composantes qualitatives des opérations (buts, objectifs, activités) ainsi que leur succession, leur enclenchement et leur quantification. La première étape a permis d'identifier puis de définir un énoncé préliminaire de la problématique qui sera raffiné de manière continue durant toute la durée des travaux. La seconde étape a porté sur la recherche de l'état de l'art.

### **1.4.1 Identifier la problématique**

Notre première activité a été d'identifier clairement l'ensemble des difficultés, liées par une thématique commune, que l'on résoudra par la réflexion, l'analyse positionnant ainsi la problématique. Le terme problématique a été préféré au concept de problème car il se réfère à des situations pouvant être interprétées positivement ou négativement, acquérant ainsi un sens plus large que les préoccupations, les menaces, les opportunités ou les crises. L'énoncé de la problématique a été présenté en début de chapitre.

### 1.4.2 Recherche sur l'état de l'art

Il existe un lien étroit entre la recherche de l'identification d'une problématique claire, cernée et concise et les études sur l'état de l'art. La découverte de travaux ou d'expertises peut nous pousser à la confirmation de la pertinence d'un objectif de recherche, nous évitant ainsi les pertes de temps par l'exploration de sentiers déjà explorés. Ces travaux se divisent en deux parties, soit les recherches bibliographiques et les recherches sur l'état du marché. Nous nous sommes concentrés sur la littérature publiée dans les sept dernières années. Malgré tout le soin apporté à la préparation de cette première recherche bibliographique, il est inévitable qu'un certain nombre d'articles et d'ouvrages ait été omis dû à la grande portée du domaine. Nous avons décidé de découper notre stratégie de recherche selon une structure fondée sur les domaines subdivisés en sous-domaines qui seront scindés en thèmes et en sous-thèmes.

Pour réaliser cette division nous avons utilisé le « Guide Software Engineering Body of Knowledge » (SWEBOK) (Abran et Moore, 2001). La figure 1.5 propose la structure de la recherche bibliographique et d'organisation du domaine relatif à notre problématique. Les travaux conduits à date nous ont permis de cibler notre exploration au domaine du génie logiciel, duquel nous avons retenu les trois sous-domaines suivants : la gestion, les processus et les outils de support au génie logiciel. La synthèse de ces travaux est l'objet du chapitre 2 de la présente thèse. On retrouvera en annexe III les synthèses relatives à l'état des technologies sur le marché incluant une synthèse des bibliographies commentées.

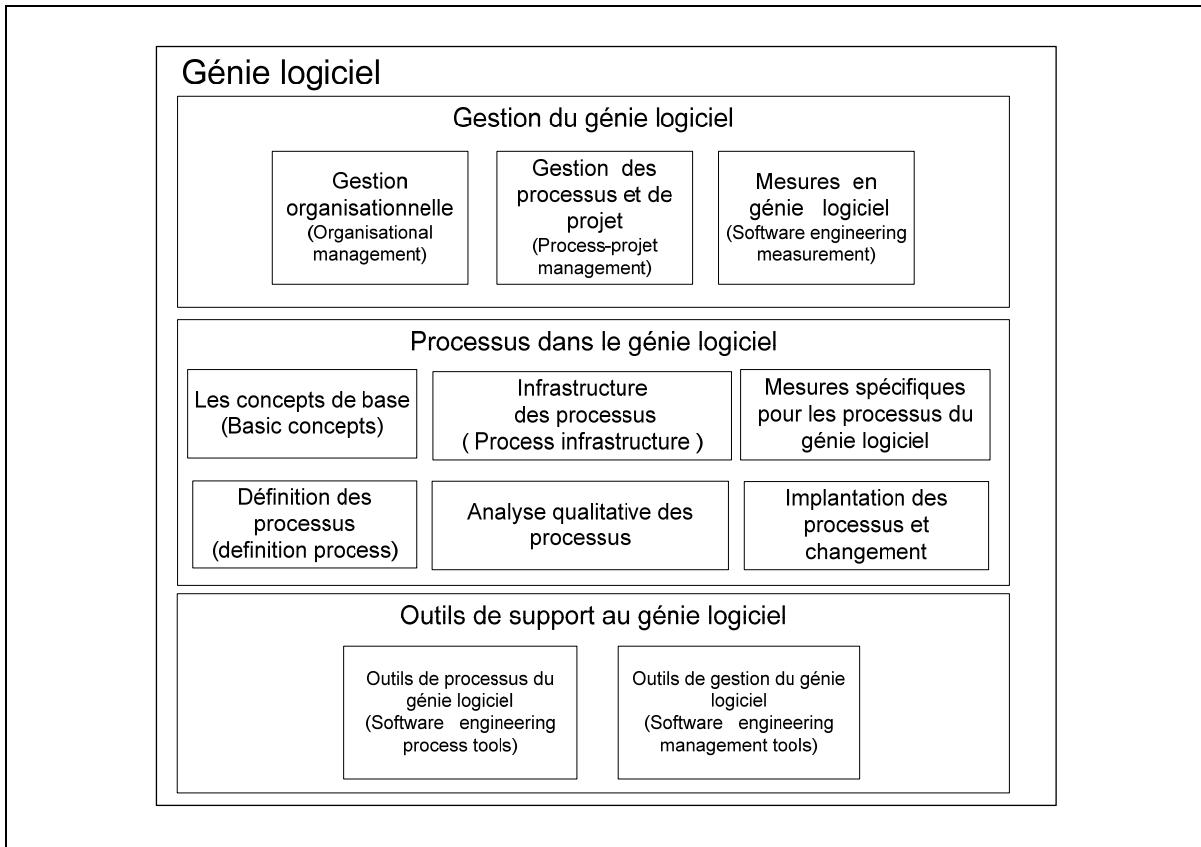


Figure 1.5 Domaines et sous-domaines de recherche de la problématique

#### 1.4.3 Les phases de la recherche

Notre démarche nous conduit à définir notre recherche en six phases. La phase 1 permettra l'exploration de la problématique en établissant les buts et les objectifs de nos travaux. La phase 2 consistera à expérimenter diverses approches pour assurer la mise à niveau et l'évaluation subséquente des SIO. Des expérimentations de systèmes à base d'indicateurs (SMP, SGS, TB, etc.) seront conduites durant la phase 3, puis la phase 4 portera sur l'étude d'un cadre de gestion multidimensionnel. La phase 5 regroupera des activités de recherche sur les applications des concepts de l'EI destinés aux SIO prenant en compte le cadre intégrateur et les besoins du SGS. La phase 6 consistera en un ensemble de cycles de

prototypage ayant comme objectif de définir les besoins fonctionnels et architecturaux d'un environnement logiciel de support à l'EI.

La figure 1.5 présente chacune de ces phases en spécifiant quels sont leurs intrants et leurs extrants, ainsi que le ou les chapitres dans lequel elles sont présentées. Les extrants prennent la forme de livrables pouvant appartenir à deux catégories : les livrables de la recherche et les livrables de l'implémentation. Les livrables de l'implémentation ont été produits dans le cadre des expérimentations menées dans les deux SIO, tandis que les livrables de la recherche sont écrits en italique et sont issus des buts et des objectifs que nous avons définis dans le cadre de notre recherche scientifique. Les principales relations entre les différentes phases sont précisées afin de définir comment les extrants d'une phase sont devenus les intrants d'une phase suivante. Certaines relations ont été omises afin de clarifier la figure, comme dans le cas du livrable de l'état de l'art, qui serait lié à toutes les phases successives. Le chapitre dans lequel les activités de recherche de la phase sont décrites est précisé sous le titre de la phase.

La figure 1.6 complète le contenu de la figure 1.5 en proposant une liste plus exhaustive des intrants et des extrants. Les phases de la recherche se retrouvent à la gauche de la figure. Les rectangles représentent les étapes de la recherche, chacune des étapes contenant un ou plusieurs cycles d'expérimentation selon les objectifs de recherche à rencontrer.

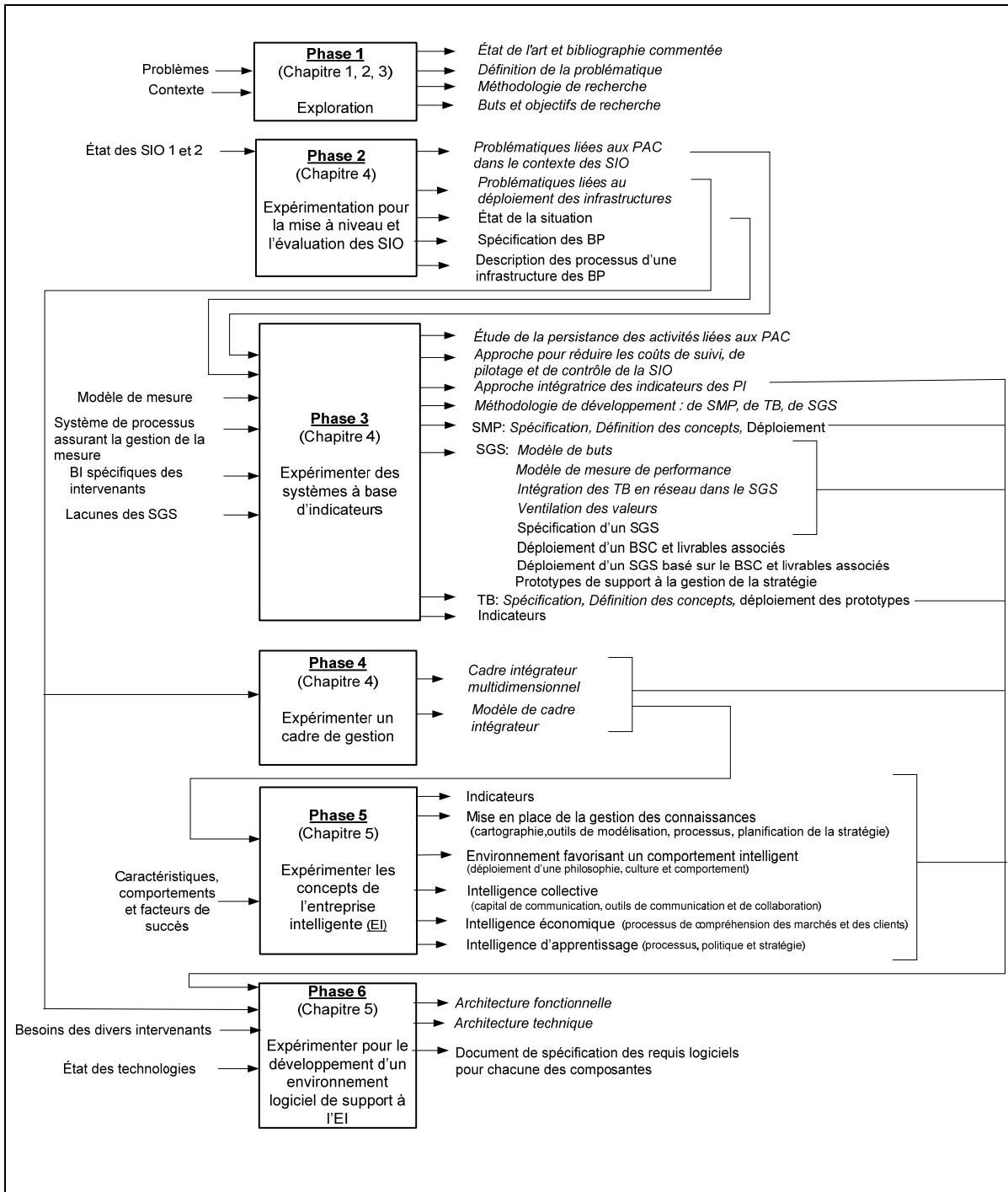


Figure 1.6 Les phases de la recherche

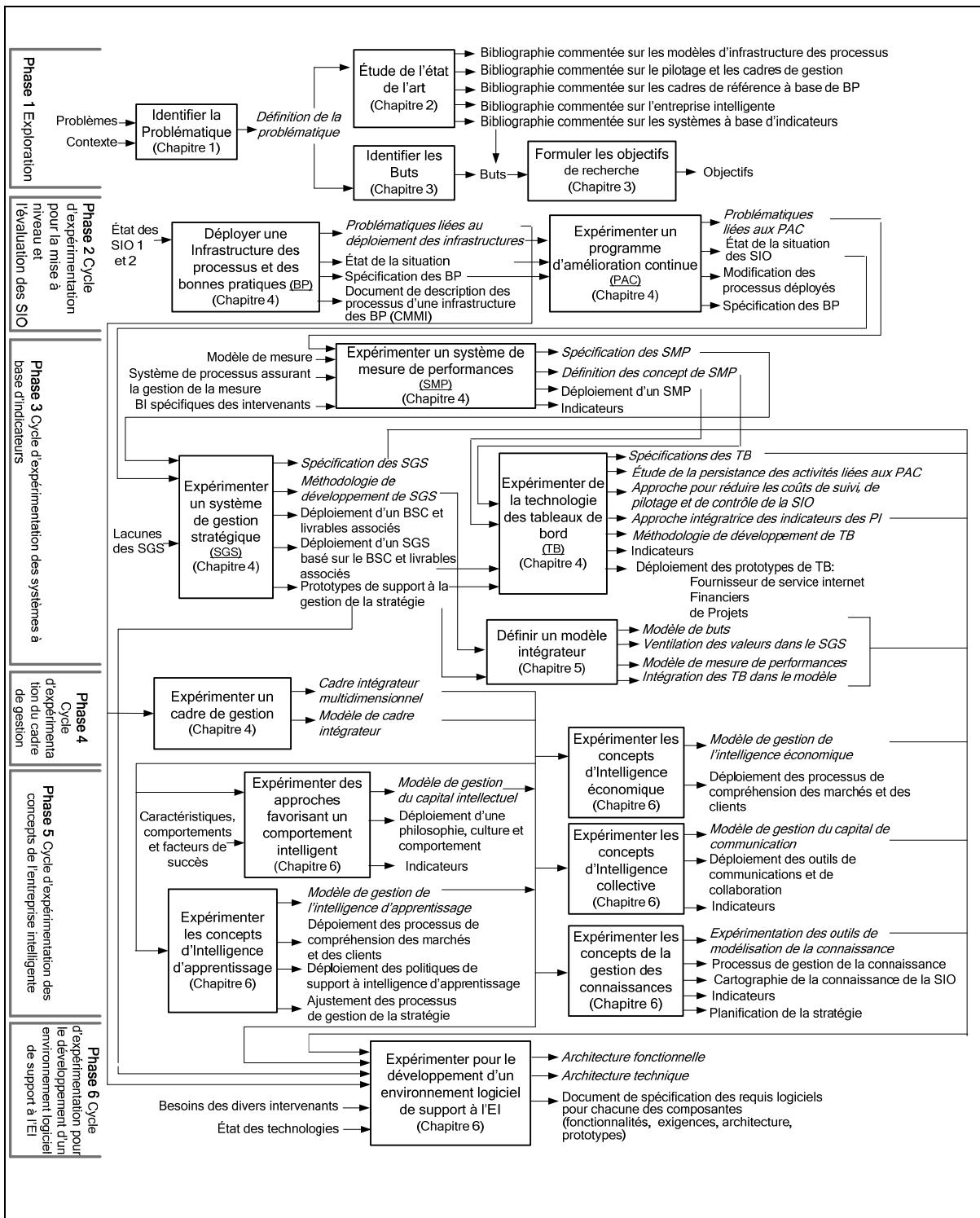


Figure 1.7 Les phases et les sous-phases de la recherche



## CHAPITRE 2

### ÉTAT DE L'ART

Ce chapitre présente l'état de l'art divisé en cinq sections :

1. Un examen des concepts de pilotage et de cadre de gestion,
2. Les divers cadres de référence à base de BP utilisés dans le domaine du génie logiciel,
3. Les modèles d'infrastructure des processus (MIP),
4. Les divers systèmes d'indicateurs et leurs utilisations dans le contexte de la gestion stratégique des organisations,
5. Le sujet de l'entreprise intelligente (EI).

#### 2.1 Les cadres de gestion

Cette section propose la synthèse de l'état de l'art dans l'utilisation des cadres de gestion en usage en génie logiciel. Nous abordons d'abord la notion et les modèles de pilotage d'organisation incluant la décision. Par la suite, nous présentons de façon synthèse l'état de la gestion stratégique ainsi que celui de l'innovation. Nous exposons ensuite le concept de cadre de gestion qui nous permettra de créer une structure pour organiser d'abord notre état de l'art et ensuite nous guidera dans les travaux de résolution de notre problématique. Nous présentons ensuite un modèle de référence unificateur qui permettra d'organiser de manière logique en fonction de son intégration dans l'organisation les divers cadres proposés dans la littérature. Nous abordons finalement les diverses approches d'AC car plusieurs organisations ont, au cours des dernières années, été impliquées dans la résolution du défi que représente la mesure des performances de leurs systèmes de manière à utiliser les résultats de ces mesures pour améliorer leurs processus et leurs pratiques. Un des objectifs est de mieux répondre aux besoins de leurs clients en leur offrant une meilleure qualité, des coûts moins élevés, et une amélioration générale du service, problème majeurs dans les SIO.

### 2.1.1 Le pilotage de l'organisation

Le pilotage est l'activité centrale des gestionnaires de toute organisation y compris les SIO que ce soit au niveau stratégique, tactique ou opérationnel (Marsal et Travaillé, 2006). Selon Clivillé « Intuitivement, piloter tout ou partie de l'entreprise, c'est planifier et enclencher des actions pour corriger en permanence un écart entre l'objectif visé et le résultat atteint » (Clivillé, 2004). Nous considérerons que les actions posées directement pour le développement et à la maintenance du logiciel font partie du niveau opérationnel. Le concept de pilotage trouve ses fondements dans les disciplines de la cybernétique, de l'automatisme et le contrôle de gestion (Clivillé, 2004). Le système de pilotage englobe toutes les activités qui assurent la transformation des produits et services. Il regroupe tous les moyens et les flux qui élaborent les plans d'action en fonction des objectifs et des performances du système piloté (Clivillé, 2004; Dhouib, 2009). Il identifie les variables d'action pour agir conformément à un objectif défini selon une variable essentielle. Il comprend, dans le contexte du génie logiciel, la production du logiciel, la gestion de cette production, le service à la clientèle, etc. Le tableau 2.1 présente les notions entourant le pilotage

Il est possible d'établir un parallèle entre le système de performance, les TB et les indicateurs. « Le rôle du système d'indicateurs consiste à fournir des informations au système de pilotage sur l'état du système piloté » (Clivillé, 2004) comme nous le verrons plus loin de manière détaillée, le TB regroupe et organise les indicateurs. Le pilotage se distingue du contrôle de gestion car il intervient à tous les niveaux de l'entreprise pour améliorer la réactivité (Clivillé, 2004). Il intègre l'aspect multicritères de la performance, prend en compte l'AC et permanente de la performance (Hatchuel, 1996) et traite aussi bien l'entreprise que les relations avec son environnement.

Tableau 2.1 Notions relatives au pilotage

Notion	Description
Variable	Paramètre mesurable qui est susceptible de changer, de varier, d'évoluer; représenté par un élément de texte dont le rôle est de marquer une place dans une formule et auquel on peut substituer une expression (AF, 2005).
essentielle ou d'état	« est une grandeur à observer rétrospectivement pour connaître le degré de réalisation de l'objectif » (Berrah <i>et al.</i> , 2001).
d'action	caractérise les entrées sur lesquelles agir pour modifier l'état du système.
de perturbations	caractérise les variations de l'état du système hors de ces actions (Clivillé, 2004).
de performance	caractérise la correspondance entre les sorties réelles et espérées (Clivillé, 2004).
de contrôlabilité	« aptitude du système à déterminer les grandeurs des variables en fonction de l'objectif défini suivant les variables d'état » (Clivillé, 2004).
Pilotage	« mécanisme multi niveau, hiérarchisé (chacun des niveaux cadrant le suivant) et bouclé (répercussion et corrections des écarts). Le processus consiste par des cadrages progressifs par niveau à préparer formellement, une exécution croissante des conditions de la réalisation pour se terminer par l'émission des ordres vers le processus physique » (AFGI, 1992).
Objectif	caractérise les sorties espérées du système piloté, les variables d'état ou les variables essentielles sur l'état du système (AF, 2005; Clivillé, 2004).
Plan d'action	est un ensemble construit d'opérations (actions) à mener sur les variables d'action d'un processus, d'une activité, d'un système ou d'un sous-système pour que ce dernier atteigne l'objectif visé » (AFGI, 1992). Il décrit les moyens nécessaires pour atteindre les objectifs quantitatifs et qualitatifs d'une unité de travail (Galois, 1997). Les éléments actifs pour l'amélioration de la performance considérée (ressources, processus, échanges) (OQLF, 2004).
Régulation	« opération consistant à réduire les valeurs visées et réalisées des variables essentielles en jouant sur certaines variables d'action » (Mélèse, 1991).
Contrôle	« une opération consistant à fixer la valeur visée de chaque variable essentielle ainsi que de modifier simultanément les valeurs des variables d'action correspondantes » (Mélèse, 1991).
Niveau	« caractérisés par leur visibilité, leur période et leur résolution et ne doivent pas être confondus avec les niveaux hiérarchiques de l'organigramme organisationnel » (AFGI, 1992).

## Modèle de pilotage

Un des premiers modèles, proposés par (Mélèse, 1991) (figure 2.1) et qualifié de modèle de cause-effet, perçoit le pilotage comme le regroupement des opérations sur deux niveaux : la régulation et le contrôle qui s'inspire des concepts de « boucle de rétroaction » et « boucle de commande » (Larminat, 1993) qui sont issus de l'automatisme. Le suivi des réalisations, quant à lui, provient du contrôle de gestion (Schmidt, Ardoïn et Michel, 1986). Ils permettent

la prise en compte des répercussions et la correction des écarts. L'état du système physique est alors connu par des mesures qui attribuent des valeurs aux variables essentielles. Elles sont alors comparées aux objectifs de manière à déterminer s'il s'agit de régulation ou de contrôle. Le pilote par ces activités sur le système de pilotage élabore un plan d'action, qui peut manipuler, contrôler et influencer les variables d'action, les objectifs et ainsi définir le réglage de la boucle de régulation et de fait l'évolution du système physique.

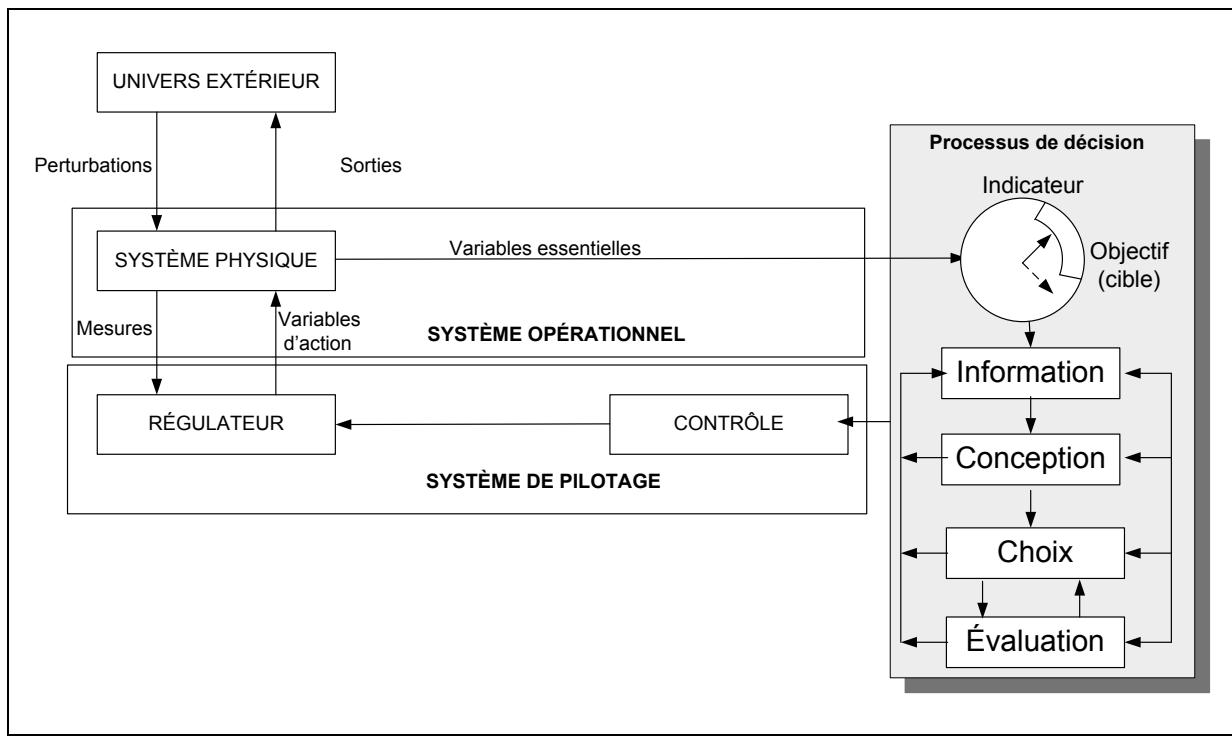


Figure 2.1 Le modèle de pilotage  
Adaptée de Mélèse (1991) et de Simon (1977)

Le système piloté est totalement contrôlable et automatique si toutes les relations de causalité peuvent être identifiées formellement et quantifiées. Si ce n'est pas le cas, le système piloté est trop complexe, alors le système de pilotage génère un ou plusieurs plans d'actions pour atteindre les objectifs (Wilenski, 1983). On peut alors prendre des décisions selon un processus en quatre étapes et illustré à la figure 2.1 (Simon, 1977). Selon (Pomerol et Barba-

Romero, 1993), prendre une décision implique de choisir, trier, classer, évaluer parmi un ensemble de solutions. La contrôlabilité du système demande la connaissance de la loi de comportement du système piloté qui relie les variables essentielles aux variables d'action. Sachant que dans le cas des systèmes reliés au développement logiciel et aux pratiques du génie logiciel, complexes par nature, une telle loi ne peut être une valeur prise par une variable essentielle, l'effet, et une action particulière qui fixe la valeur d'une variable d'action. Ce modèle peut être détaillé sur plusieurs niveaux, les causes à un niveau sont considérées comme des effets au niveau inférieur. Généralement, seules les causes principales sont retenues.

La prise de décision est plus facile lorsque le modèle de cause à effet est limité. Dans les autres cas on peut utiliser l'approche systémique en décomposant le système piloté en entités plus simples donnant des plans ayant de petit nombre de variables d'action donc l'impact sur le système à piloter est plus facile à évaluer (Clivillé, 2004; Ducq, 1999). Cependant, le système de pilotage doit éviter que les décisions prises sur l'ensemble des niveaux et des entités ne deviennent contradictoires de façon à assurer leur cohérence. Il s'agit de décomposer les objectifs organisationnels plus globaux et à long terme pour que l'atteinte conjointes des objectifs locaux corresponde à l'atteinte de l'objectif global associé (Lorino, 1996; Mélèse, 1991).

On distingue alors plusieurs types de pilotage en fonction du niveau où se situe l'entité à piloter et selon la nature de l'objectif. Le pilotage selon le niveau de l'objectif est caractérisé par sa déclinaison à un niveau stratégique, tactique et opérationnel (Lorino, 2001) selon les gestionnaires et par son horizon (planification, enclenchement, supervision, etc.) selon les technologues (Dindeleux, 1992; Geneste, 1995). Le pilotage selon la nature de l'objectif est classifié de régulation (niveaux tactique et opérationnel) qui consiste à mettre en œuvre des processus structurés existants pour atteindre un objectif de production et le pilotage de contrôle (niveau stratégique ou tactique) consiste à remettre en cause ces processus semi ou non structurés pour atteindre un objectif d'amélioration ou de progrès de la production. Le

pilotage technique implique le système physique qui regroupe les processus opérationnels et qui doit atteindre des objectifs en termes de quantité, délai et qualité.

Selon Lorino (Lorino, 2001) « piloter, c'est définir et mettre en œuvre des méthodes qui permettent d'apprendre ensemble à agir de manière performante et de plus en plus performante ». Pour cela, il faut réaliser deux fonctions liées : mettre en action la stratégie avec des règles opérationnelles et enrichir la réflexion sur les objets à partir des résultats et des enseignements issus de l'action (Lorino, 2001). Ce modèle devrait apprendre en utilisant la relation de cause-effet. « La pratique du modèle de cause à effet relève ces limites : variables d'action ignorées, mal définies, mal évaluées ce qui permet d'améliorer le modèle » (Argyris, 2003). Le pilotage permet d'améliorer la performance en orientant les moyens disponibles (ISO9000, 2001) pour mieux atteindre les objectifs nouveaux ou existants définis aux niveaux stratégiques et tactiques selon des critères de performance. La mise en œuvre d'une réorganisation, suivant une démarche structurée, peut être vue comme un processus singulier à l'organisation pilotée (Berrah *et al.*, 2001; ISO9000, 2001). Il faudra définir, exécuter et enchaîner les objectifs de chaque activité, qui correspondent à des sous objectifs de l'objectif stratégique global pour atteindre les objectifs stratégiques fixés (Clivillé, 2004).

### **2.1.2 La gestion stratégique**

Selon Chandler (Chandler, 1993), « La stratégie consiste à déterminer les objectifs et les buts fondamentaux à long terme d'une organisation puis à choisir les modes d'action et d'allocation des ressources qui permettront d'atteindre ces buts et objectifs ». Ces tâches de niveau élevé sont habituellement exécutées par la direction, le comité de direction, le conseil d'administration.

La gestion de la stratégie, aussi appelée planification stratégique, est le processus de développement et de suivi des stratégies dans l'organisation (Johnson, Scholes et Whittington, 2007). Elle opère donc à grande échelle et regroupe l'ensemble des actions et des pratiques de gestion visant à créer les conditions favorables à la mise en œuvre de la

stratégie et à l'atteinte des objectifs de performance fixés (Argyris, 2003; Lorino, 2001). Elle regroupe les fonctions exposées dans le tableau 2.2. Elle présente les aspects du pilotage à long terme incluant la détermination du plan d'action à long terme qui orientera pour sa part l'ensemble des actions dans le court terme. La planification stratégique consiste à projeter dans le long terme les activités en cours, en adaptant les programmes et les actions afin qu'ils conduisent à des résultats plus favorables dans l'environnement externe. Le processus vise à maximiser les avantages compétitifs de l'entreprise dans son environnement socio-économique.

Tableau 2.2 Fonctions de la stratégie organisationnelle

<b>La stratégie</b>	<b>Description</b>
A pour objet	de permettre à l'organisation de réaliser son rôle de la façon la plus efficace possible.
Assure	l'adéquation avec ses ressources et ses objectifs.
Traduit	les choix d'objectifs et de moyens permettant d'orienter les activités et les structures de l'entreprise en précisant : le taux de croissance, les avantages concurrentiels à exploiter, les forces, le champ et les directions de l'expansion.
Engage	l'ensemble des ressources de l'entreprise sur une longue période (Chandler, 1989).
Concerne	la détermination des objectifs qui prennent alors la forme d'actions permettant de les atteindre (Chandler, 1989).
Détermine	le niveau des moyens à déployer pour atteindre les objectifs déterminés (Chandler, 1989).
Utilisée	pour s'assurer que le client ait le produit répondant à ses besoins ou le servir en temps, le processus interne doit refléter la stratégie sélectionnée. Si les processus ont été correctement alignés avec les objectifs de l'entreprise toute personne externe doit être en mesure d'identifier la stratégie en observant simplement les processus.
Représente	le regroupement d'objectifs, de moyens et des actions coordonnées choisies, qui orientent à moyen et à long terme les activités d'une entreprise.
Explicite	lorsque son expression est suffisamment claire pour servir de guide à l'action des principaux dirigeants et appelle une description détaillée tant qualitative que quantitative des fins, des forces et de leur déploiement. Elle sera dite implicite lorsque, non manifestée et reste enfouie dans les convictions personnelles de certains dirigeants ne servant alors qu'aux justifications.

La stratégie générale doit se traduire en une stratégie de production. Elle regroupe l'ensemble des décisions visant la mise en œuvre optimale des ressources de production d'une entreprise et les orientations générales qu'envisage de prendre une unité économique pour atteindre ses buts dans un environnement donné et face à une concurrence donnée. Le choix de ces

orientations doit prendre en compte des facteurs tels que : menaces et opportunités inhérentes à l'environnement, forces et faiblesses de l'organisation, valeurs personnelles des dirigeants, attentes du marché.

### **2.1.3 L'innovation**

« Une innovation est la mise en œuvre d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode de commercialisation ou d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques de l'entreprise » (OCDE, 2004). Elle est donc une évolution significative d'un procédé ou d'un produit. Elle se différencie de la découverte ou de l'invention en ce sens qu'elle présume un processus de mise en pratique, aboutissant à une utilisation réelle (OCDE, 2004). L'innovation provient souvent d'une avancée technologique, d'un récent besoin ou d'un portefeuille de produits déclinants (Romon et Fernez-Walch, 2008).

Elle est l'un des principaux moyens pour acquérir un avantage compétitif pour une organisation en répondant aux besoins du marché et d'atteindre ses objectifs stratégiques, d'améliorer sa compétitivité, de se différencier en créant de la valeur résultant de la mise en application d'idées nouvelles, de recherches, de l'imagination créative, de la réalisation concrète et de la réponse aux attentes des consommateurs. Elle est un des moteurs de la prise de valeur pour une entreprise. « Pour innover, il faut entreprendre, accumuler des connaissances, déployer sa créativité, expérimenter, progresser par essais et erreurs » (Beigbeder, 2009). Ce concept peut désigner aussi bien les percées techniques que les changements d'attitudes dans l'élaboration, la fabrication, la vente et la commercialisation des produits et des services (Quévit, 2007).

On distingue cinq types d'innovations (Schumpeter, 1939) : la fabrication de biens nouveaux, des nouvelles méthodes de production, l'ouverture d'un nouveau débouché, l'utilisation de nouvelles matières premières et la réalisation d'une nouvelle organisation du travail. Une autre approche de classification (OCDE, 2004) distingue les innovations de concepts, les

innovations de flux qui concernent les relations au sein de la filière, les innovations organisationnelles et les innovations relationnelles. La combinaison de ces quatre types d'innovation peut être définie comme une innovation architecturale (Lehu, 2004). Il n'est pas toujours facile d'identifier ce qui constitue réellement une innovation. Pour cerner le degré de nouveauté des innovations, les chercheurs ont utilisé les concepts d'innovation incrémentale (totale, durable, permanente) et d'innovation radicale (ponctuellement, de ruptures) qui constituent les deux extrémités d'un continuum (Roure, 2008). L'innovation de rupture fait table rase de l'existant pour le changer par quelque chose d'entièrement nouveau qui modifie profondément les modalités d'utilisation s'accompagnant d'un bouleversement technologique (Romon et Fernez-Walch, 2008). On parle alors de projets d'innovation résultant de l'amélioration de produits existants, de création, ou d'adoption d'une nouvelle technologie à un produit. L'innovation incrémentale « implique l'adaptation, l'amélioration, et le perfectionnement des produits et/ou systèmes existants de production et de livraison », « elle ne bouleverse pas les conditions d'usage ni l'état de la technique, mais elle produit une amélioration sensible » (Robles, 2006). Elle ne consiste pas à acquérir un avantage compétitif mais à pérenniser, la compétitivité qui devient un pilier stratégique de l'entreprise.

L'innovation origine souvent d'un nouveau besoin, d'une percé technologique ou de produit vieillot et dépassé. Habituellement, les organisations utilisent l'innovation par projet qui use de techniques et d'outils classiques pour développer des produits et services nouveaux. Le succès commercial de ces produits incite les entreprises à reproduire le processus mais en assurant une gestion de l'innovation plus organisée et systématique. Dans les pratiques on retrouve : système de veille, stratégie de protection industrielle, synergie.

L'innovation n'est plus un choix mais une contrainte persistante, car la concurrence sur les marchés et les politiques agressives de diminution des prix s'intensifient (GÉPMC, 2008; Gibbons, 2005). « La rapidité d'évolution des marchés et les délais importants dans le développement de nouveaux produits obligent souvent à adopter une stratégie offensive nécessitant innovation et anticipation des changements » (AFGI, 1992), l'innovation devient alors un processus collectif impliquant l'organisation et d'éventuels partenariats pour des

raisons d'efficacité, de coûts et de motivation interne (Lehu, 2004). Selon Brice Auckenthaler et Pierre D'Huy : « l'impulsion ne vient plus seulement de la direction mais de toute l'entreprise et ceux qui la refusent s'excluent de la collectivité du travail » (Auckenthaler et d'Huy, 2003). Ainsi la démarche d'innovation consiste à donner aux acteurs les moyens de devenir les moteurs du changement par leurs implications et leurs compréhensions des marchés et des attentes des clients.

#### **2.1.4 Définition du concept de cadre de gestion**

On entend par « cadre de gestion », l'ensemble des mécanismes structurels (structures organisationnelles, procédures, etc.) et systémiques (règlements, politiques, outils, etc.) mis en place pour soutenir la prise de décision en vue de l'atteinte des objectifs visés (CFPI, 2001). Un cadre de gestion permet une gestion cohérente, robuste et efficace de l'organisation dans le but d'atteindre les objectifs de la stratégie. La gestion s'assure ainsi d'accroître la performance de l'entreprise dans l'atteinte des résultats escomptés tout en gérant adéquatement les risques. Le cadre de gestion doit également tenir compte du facteur humain et des réalités de la gestion au quotidien. Un cadre de gestion doit donc normalement présenter, entre autres, des composantes liées à la planification, à la livraison, à la prise de décision au financement, à l'allocation des mandats et des ressources, au suivi et au contrôle, à l'évaluation des résultats, l'imputabilité ainsi que des programmes d'AC. Cela permet non seulement d'accroître la performance de l'organisation dans l'atteinte des résultats escomptés, mais aussi de gérer adéquatement la notion de risque.

#### **2.1.5 Les divers cadres de gestion existants**

Nous présentons maintenant les divers cadres conceptuels de gestion utilisés dans les organisations. Nous observons que chacun des cadres est fortement spécialisé vers un aspect ou une vision différente en renforçant un des constituants. On retrouve les aspects : financiers, ressources humaines (RH), produit/services, gestion de l'information, gérance et processus. Ces cadres ont tous pour but d'assurer une saine gestion et de permettre

l'amélioration des performances de l'organisation. Ils offrent généralement une approche d'AC. Les auteurs présentent souvent leurs travaux selon un des aspects proposés dans un cadre. Les organisations de normalisation mettent généralement l'emphase sur un cadre en particulier. Le tableau 2.3 présente de façon synthèse chacun de ces cadres. On retrouvera aussi en annexe IV une description détaillée de chacun.

Tableau 2.3 Synthèse des cadres de gestion

Cadre	Description	Référence
Financier	Ce cadre est un système d'organisation de l'information financière. Il est le plus vieux cadre, très normalisé et toujours présent. Il permet « de saisir, de classer, d'enregistrer des données de base chiffrées et de présenter des états reflétant, à leur date d'arrêt, une image fidèle du patrimoine, de la situation financière et du résultat d'une entité ».	(DGFiP, 2010)
Ressources humaines	L'organisation est perçue comme une structure humaine composée d'unités administratives visibles responsables de la répartition des tâches, des pouvoirs et des responsabilités. Il s'appuie sur le concept de soutien et de veille au perfectionnement d'une équipe d'employés motivés. Il est conforme aux lois et aux règlements qui régissent les relations entre les employeurs et les employés. Il groupe un ensemble de politiques, de pratiques et de programmes liés, créant une culture ayant pour objectif d'attirer, de motiver et de fidéliser les employés.	(Belcourt <i>et al.</i> , 2004; Sekiou, 2001)
Information	Il établit des modèles de gouvernance donnant une orientation (vision, objectifs, principes) et un encadrement (démarche intégrée, principes directeurs) pour gérer l'information au moyen de technologies, de normes et d'orientations soutenant l'éventail complet des activités.	(Depauw, 2006)
Clients/produits	Cadre systémique de l'organisation utilisant des approches statistiques pour le diagnostic de son état de fonctionnement permettant une recherche d'amélioration constante, continue affectant tous les aspects de l'entreprise, orientée vers la satisfaction des besoins des clients et la QT.	
Processus	Cadre qui modélise l'organisation comme un ensemble de processus pour en décomposer l'activité, afin d'identifier les différentes « chaînes d'activité », de les mettre sous contrôle afin de les faire concorder avec les objectifs stratégiques en évitant la redondance d'activités (ré-ingénierie) et de permettre la simulation. Elle permet d'identifier les besoins des clients et de les transformer en un livrable (produit/ service).	

Suite à l'état de l'art, nous avons perçu la possibilité de les organiser dans un modèle. Un des objectifs de ce modèle est d'unifier ces diverses dimensions. Les domaines de recherches dans la gestion du génie logiciel sont d'ailleurs organisés autour de ces domaines. Ils

comprennent des outils, des méthodes et des approches liés à la gestion d'une organisation. La figure 2.2 propose un modèle qui nous permettra de regrouper ces cadres individuels en ensembles cohérents. Ce modèle détaille le modèle précédent. Il servira de base à notre réflexion sur l'amélioration et la pérennité des SIO.

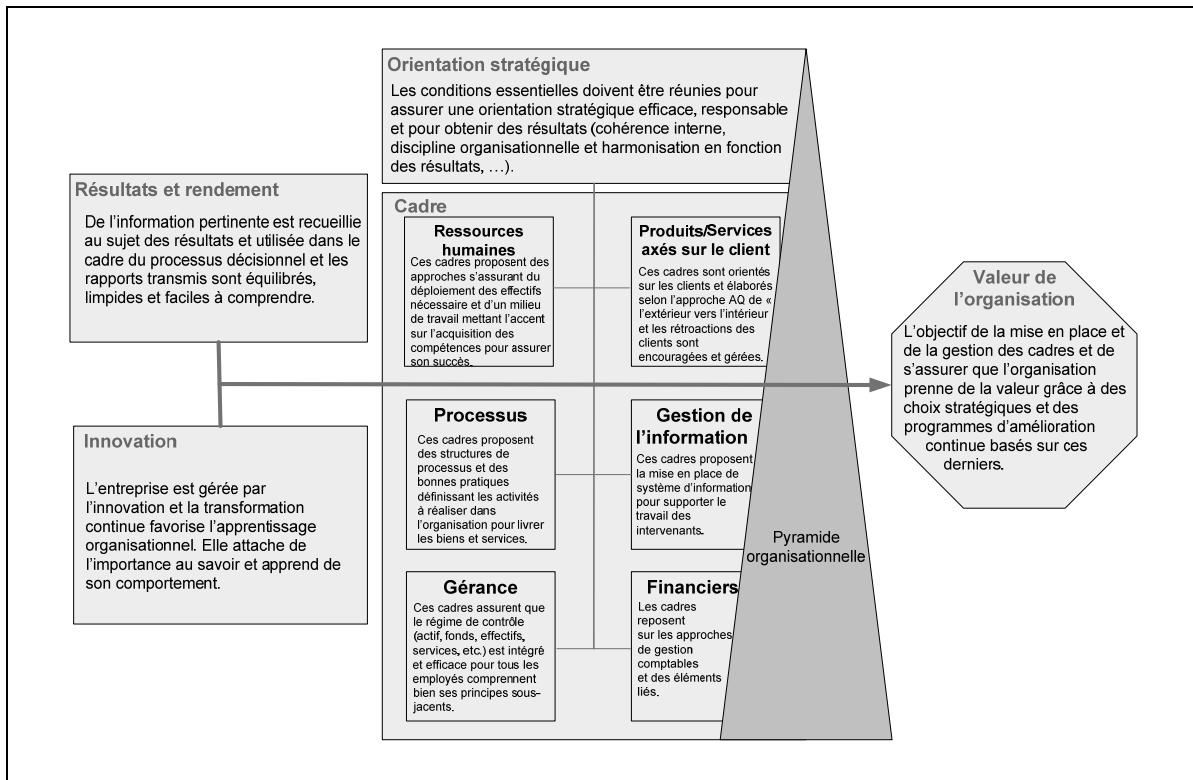


Figure 2.2 Modèle intégrateur des cadres de gestion

## 2.1.6 Les approches d'amélioration continue des organisations

Cette section présente les différentes approches d'AC proposées dans chacun des cadres conceptuels des organisations. L'AC est le mécanisme qu'une organisation utilise pour s'assurer que les produits associés à chacun des processus soient : moins dispendieux, dotés de plus de capacité à répondre aux besoins des utilisateurs et aient une plus grande fiabilité. Ce mécanisme voit à réduire les coûts de production et à éliminer les pertes dans le processus

de développement existant, ce qui devrait permettre l'exécution à temps dans les marges des ressources prévues. L'« International Organization for Standardization » (ISO) définit le processus d'amélioration comme une action prise pour changer un processus d'une organisation de telle manière qu'elle réponde aux besoins organisationnels et atteigne ces buts d'affaires plus efficacement (ISO9000, 2001). Dans le tableau 2.4 nous examinons de manière synthèse les diverses approches proposées dans chacun des cadres.

## **2.2 Cadre de référence à base de bonnes pratiques en génie logiciel**

L'industrie du logiciel a fréquemment essuyé des reproches pour le non respect des délais, et des coûts ainsi que le manque de qualité et de fiabilité des produits livrés. Dans l'espoir de pallier à cette situation, des dizaines d'initiatives tant industrielles qu'académiques ont été tentées dans diverses directions, regroupées sous le terme de BP. Nous définirons une initiative comme tous les efforts réalisés par un groupe dans le but de définir un cadre de référence permettant le développement d'un artefact ayant pour objectif d'améliorer la situation générale dans la production du produit logiciel (ISO15939, 2007).

Tableau 2.4 Approches d'amélioration continue proposées dans chacun des cadres

Basée sur les/la	Description	Référence
Gestion financière	Elles reposent sur des projets estimés et sélectionnés en se basant selon des indicateurs, les plus connus sont le retour sur investissement (ROI), taux de retour interne (« international rate of return » (IRR)), valeur actuelle nette (VAN) et les temps de retour d'investissement (« payback time »).	(Schmidt, 2011)
Ressources humaines	<p>Quatre grands modèles d'amélioration basés sur la gestion des ressources humaines (GRH) sont proposés dans la littérature : le modèle de comptabilité, le modèle de planification, le modèle de compétitivité et le modèle de compétence. Trois approches empiriques pour étudier les liens entre les pratiques GRH et la performance des organisations existent :</p> <p><b>Universaliste</b> « s'attachent à repérer et valider les meilleures pratiques GRH ». Elle est basée sur ces principes : supériorité et universalité des pratiques, sélectivité et supériorité de la performance, autonomie et additivité.</p> <p><b>Contingence</b> se concentre sur la contextualisation de la GRH. Du moment où l'on a concordance des pratiques GRH avec la stratégie la performance estdevient alors possible. Elle permet de diversifier les critères en ajoutant à la dimension financière la qualité des produits, l'image sociale, la flexibilité, la satisfaction du client, l'innovation, l'accroissement des marchés. Elle est une approche pour l'alignement de la structure et de la culture d'entreprise avec la stratégie.</p> <p><b>Configurationnelle</b> : En constituant un groupement cohérent de pratiques s'harmonisant aux caractéristiques fondamentales de l'organisation, la GRH aura un impact réel sur son l'efficacité. Le choix des solutions relève d'un processus mettant en interaction les options stratégiques anticipées et la capacité des RH à les mettre en œuvre à travers les qualifications, les comportements, les expériences des acteurs.</p>	<p>(Bayad <i>et al.</i>, 2004; Soltan, Arcand et Bayad, 2005)</p> <p>(Pfeffer, 1996)</p> <p>(Chandler, 1962; Miles et Snow, 1984; Porter, 1985)</p>

Tableau 2.4 Approches d'amélioration continue proposées dans chacun des cadres (suite)

PAC basée sur	Description	Référence
La gestion de l'information	<p>Les problèmes sont perçus en termes de gestion de l'information et l'amélioration passe de l'ensemble des qualités reconnues à l'information. Elles ont tendance à raisonner d'emblée dans le cadre d'une approche par l'outil. Elles peuvent être orientées « amélioration du service au client » ou « réduction des coûts ». Voici un aperçu de ces approches :</p> <p>« <b>Ascendant</b> » est en réaction aux besoins, plaintes et demande des clients ce qui permet ainsi de déterminer les projets d'amélioration à réaliser.</p> <p>« <b>Side-Ways</b> » repose sur l'utilisation de projet d'amélioration déjà achevé pour d'autres processus ou technologies similaires.</p> <p>« <b>Descendant</b> » est initiées par les responsables des TI qui prévoient les besoins des clients internes. Trois variantes sont possibles. La première, de nature tactique, est fondée sur la volonté d'améliorer un processus ou un indicateur de performance. La seconde de nature stratégique se base sur le modèle des BP en liant les objectifs d'affaires à ceux des TI ainsi qu'aux processus soutenant ces objectifs. La dernière, de nature stratégique, vise à comprendre les besoins du client afin de mieux les traduire en mesures susceptibles d'améliorer la performance</p> <p><b>Orientée réduction des coûts</b> identifie les activités les plus coûteuses pour les optimiser afin de réduire les coûts grâce au déploiement d'un meilleur SI.</p>	<p>(SGDN, 2005; TechnoC Compétences, 2002)</p> <p>(AFAI, 2000; ISACA, 2011)</p>
La transformation des processus des organisations	<p>Il existe plusieurs approches pour l'AC. On retrouve :</p> <p><b>Six-Sigma</b> décrit une philosophie, une méthodologie et une stratégie de résolution de problèmes. Elle est l'atteinte de la réduction dans la variation permise dans les mesures à un écart de 1.5 Sigma. Elle met l'accent sur la collecte, la mesure et l'analyse statistique des données et sur la manière dont les opérations sont réalisées. Elle spécifie le processus de sélection du PAC basé sur le potentiel d'améliorer des mesures, la sélection et la formation des bonnes personnes pour obtenir les meilleurs résultats</p> <p><b>Lean Manufacturing</b> repose sur la présence de trois difficultés inhérentes à tout système (gaspillage (Muda), instabilité, variabilité (Mura)). Il ne peut se déployer sans un système souple et modulaire éliminant les gaspillages en mettant en place des attitudes d'AC (Kaizen signifiant changement et bon). Il est impossible d'envisager les étapes suivantes (standardisation du travail, séquençage (Heijunka), juste à temps, JIDOKA qui consiste à détecter les anomalies dans le processus pour bâtir la qualité dans le produit).</p> <p><b>IDEAL</b> (SEI) est une démarche d'AC en cinq phases utilisée en concordance avec l'utilisation du CMMI.</p> <p><b>Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE)</b> (partie sept) fournit des lignes directrices et un cadre portant sur l'utilisation d'un processus d'évaluation des processus de production du logiciel ainsi que la méthode pour effectuer l'amélioration des processus logiciels dans un cycle continu.</p>	<p>(Gross, 2001; Ingle et Roe, 2001)</p> <p>(George, 2002)</p> <p>(McFeeley, 1996)</p>

Dans le domaine du génie logiciel, la reconnaissance tacite de référentiels de pratiques (sortes de « types idéals ») incite à transposer des expériences spécialement réussies vers d'autres moins performantes. Une BP désigne des comportements, des méthodes ou des processus informels faisant consensus dans un milieu pour accomplir des tâches spécifiques (Bogan et English, 1994). Définir le concept de BP n'est pas simple car il recoupe plusieurs réalités. On a pu alors dire que les BP sont des exemples de procédés et de conduites ayant mené à des succès. Le concept est alors proche de celui de « meilleures pratiques » (« best practices »), où il est défini simplement, dans le monde anglo-saxon, comme une chose qui fonctionne. Cette définition demeure à bien des égards inadéquate, car trop réductrice; parce que s'il est vrai que, l'on retrouve en général les mêmes problèmes dans la plupart des SIO du monde, il est en revanche trompeur de vouloir tous les régler exactement de la même manière, de leur trouver des solutions toutes faites. Et selon ces considérations, il apparaît que l'appellation de BP demeure plus prudente que celle de « meilleures pratiques ». On définit de façon plus totale une BP comme une approche, généralement innovatrice, qui a été expérimentée et évaluée dont on peut présumer de la réussite (Anne, 2003). L'innovation permet d'améliorer le présent générant une pratique qui peut alors avoir valeur de modèle ou de standard dans une situation donnée. Il existe donc une certaine proximité entre innovation et BP qui fait qu'on les assimile dans grand nombre de contextes.

Les BP sont généralement organisées et regroupées par domaine de manière à former des guides ou référentiels qui sont des documents administratifs recommandant des politiques, des principes généraux, des pratiques, des lignes de conduite ou directrices pour des activités ou leurs résultats. La BP a parfois un caractère pédagogique qui vise à faciliter l'application des prescriptions sans en avoir un caractère contraignant. Ces référentiels servent de guide pour la réalisation des opérations de production ou de gestion ainsi que la prise de décision. Ils concernent différents aspects du cycle de vie d'un logiciel comme l'évaluation de processus logiciels, la gestion de la qualité, la gestion de la sécurité, RH, etc... Ils leur permettent de partager un vocabulaire commun et de se comparer. Ils proviennent d'universités, d'organisations de normalisation, d'organisations professionnelles ou de la Défense américaine (CRIM, 2005). Selon leur origine, les guides de BP sont gratuits ou

payants, publics ou destinés à être utilisés à l'interne par une seule organisation. Ils se limitent parfois au respect des obligations légales, mais proposent souvent une démarche orientée vers la qualité et l'innovation. Certains conduisent à une accréditation, d'autres énoncent des lignes directrices pour standardiser les pratiques d'une organisation.

Le domaine est un véritable bourbier dans lequel les efforts d'amélioration des processus peuvent saturer si une organisation n'est pas prudente. Le nombre de guide disponibles dans l'industrie du logiciel rend le domaine au mieux confus. Même aujourd'hui de multiples standards continuent d'apparaître. Il est évident que nous aurons besoin d'une approche de classification pour savoir quels référentiels ou guide seront les plus utiles dans le contexte de nos travaux de recherche. Ayant défini la notion de BP, nous présentons maintenant certains modèles permettant la classification des référentiels selon différentes perspectives. Ces classifications ont pour but de faciliter leurs sélections et leurs utilisations dans la résolution de la problématique. Nous exposons ensuite une description synthèse de chacun des guides selon les divers groupes proposés dans le premier modèle (voir en annexe V une description détaillée de chacun des guides).

### **2.2.1      Catégories des référentiels**

Le tableau 2.5 présente une classification des BP en six catégories générales de référentiels, une brève définition ainsi que les principaux guides appartenant à chaque catégorie.

Tableau 2.5 Catégories des guides de bonnes pratiques (BP)

Catégorie	Description	Guide (exemples)
Standard et normes	Établit ce qui doit être fait dans une situation contractuelle. L'ensemble doit correspondre aux besoins des deux parties impliquées et peut être utilisé comme recommandations générales de BP.	Standard militaire comme MIL-STD-498. Standard commercial, Electronics Industry Association (EIA) Interim Standard (IS) 632. Standard international comme ISO. Standard d'un groupe IEE. Normes de la maintenance de logiciel (ISO 14764, IEEE1219.)
Guide des bonnes pratiques	On y recommande des politiques, des principes généraux, des pratiques, des lignes de conduite ou des directrices pour des activités ou leurs résultats.	Information Technology Infrastructure Library (ITIL). Cobit.
Infrastructure des processus	Définit les caractéristiques des bons processus mais ne prescrit pas comment les mettre en place. Le but de ce modèle d'AC est d'établir une carte de route de la position actuelle vers le but. Des évaluations sont réalisées pour positionner l'entreprise sur le chemin.	La famille Capability Maturity Model (CMM) qui inclut le CMM, le Systems Engineering Capability Assessment Model (SE-CMM), Integrated Product Development CMM (IPD-CMM), People Capability Maturity Model ((P)-CMM), et les autres. SECAM. Trillium.
Modèle d'évaluation	Définit des critères d'évaluation de la performance des organisations particulièrement face à la qualité des produits/services et de la satisfaction des clients.	Malcolm Baldrige National Quality Award. European Quality Award. (EFQM). CMMI-Scampi et autres. ISO/CD 9004-8, draft standard on quality management principles.
Corpus de connaissances	Ils regroupent un ensemble des sources d'informations relatives à un domaine présentant les notions et les principes qu'une personne acquiert par l'étude, l'observation ou l'expérience et qu'elle peut intégrer à des habiletés.	Business Analysis Body of Knowledge (BABOK). SWEBOK. Project Management Body of Knowledge (PMBOK).
Modèle d'ingénierie de système	Définit les processus et les BP liés à l'ingénierie.	MIL-STD-499B (Systems Engineering). SE-CMM, SECAM, IEEE 1220. EIA IS 632 et EIA 632, ISO 15288.

## 2.2.2 Relations entre les référentiels de BP

Cette section décrit les relations entre les référentiels de BP actuellement en usage dans l'industrie du génie logiciel. Ce modèle est une adaptation du « Frameworks Quagmire » (Sheard, 1997). La figure-A V-7 de l'annexe V montre que les développeurs de logiciels devront considérer un grand nombre de guides dans lesquels les efforts d'amélioration des processus peuvent s'enchevêtrer si on ne fait pas attention. Ces cadres sont initialement regroupés par familles et catégories (tableau 2.5). Nous avons ajouté à la figure les fournisseurs, les normes et les modèles de cycle de vie de logiciel.

## 2.2.3 Modèle d'organisation des initiatives d'amélioration continue

Cette section propose un modèle basé sur les travaux du « Systems Engineering Capability Maturity Model » (Se-CMM) (Bate *et al.*, 1995) et du « Systems Engineering Capability Assessment Model » (SECAM) (INCOSE, 1996), que nous modifions de manière à organiser et à classifier l'ensemble de ces initiatives d'amélioration continue. La figure 2.3 présente la relation entre les éléments impliqués dans la réalisation d'un produit ou d'un service de qualité et la capacité d'une organisation à le réaliser en termes de personnes, processus et technologie impliqués. Ce modèle peut être appliqué à divers niveaux de l'entreprise, le produit livrable variant en fonction du niveau étudié. Pour poser notre modèle, nous considérons que la qualité d'un produit ou d'un service est une fonction directe de la capacité et des moyens mis en place dans l'organisation. Le groupe capacité/moyen s'exprime ensuite en fonction des compétences des personnes impliquées, des processus mis en place et de la technologie utilisée pour élaborer le produit.

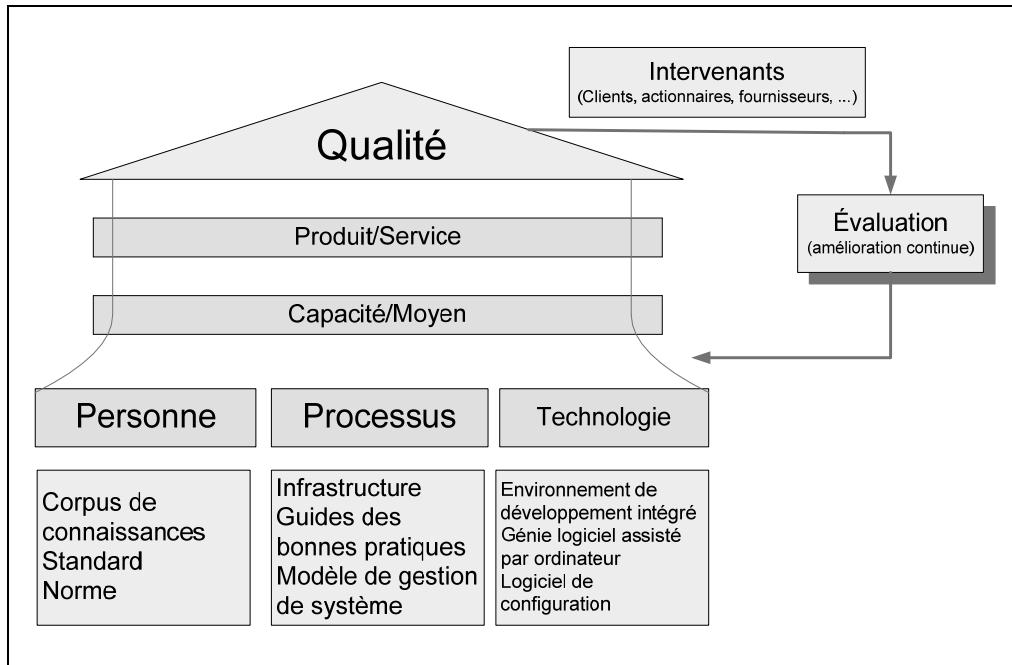


Figure 2.3 Modèle d'organisation des initiatives d'amélioration continue  
Adaptée d'INCOSE (1996)

Pour réaliser des produits de qualité, idéalement une organisation doit être efficace et efficiente. Pour cela elle désire prédire et gérer ses performances pour éventuellement les améliorer. Elle doit aussi être capable d'évaluer sa situation pour déterminer les problématiques. D'où l'introduction dans le modèle d'une boucle de rétroaction permettant l'évaluation de la qualité du produit et son interaction avec les initiatives. Son objectif est de répondre de mieux en mieux aux besoins des divers intervenants. La performance est un compromis entre la capacité (« capability ») et les moyens (« capacity »). Ceci est explicité dans la figure 2.3 par la couche Capacité/Moyen.

Dans ces modèles la capacité est définie comme : l'habileté d'une organisation de développer à réaliser de manière consistante un produit ou une amélioration à un produit existant qui satisfasse les attentes des clients, avec un nombre minimal de défauts ayant un coût de cycle de vie minimale et exécute ces tâches dans le temps minimal (INCOSE, 1996).

La capacité d'une organisation est caractérisée par ses processus, les compétences des personnes qu'elle emploie et les technologies qui sont mises en place pour résoudre les problèmes (INCOSE, 1996; Sage et Rouse, 2009). Toutefois, la capacité à elle seule est une indication incomplète de la performance. Les organisations ont la capacité d'accomplir des prouesses techniques mais, à moins qu'elles aient aussi la capacité nécessaire pour accomplir leurs objectifs dans un délai raisonnable, leur capacité globale est réduite. Les moyens dans les organisations se caractérisent par la mise en place d'une quantité nécessaire et suffisante de ressources. Elles doivent aussi posséder les infrastructures nécessaires pour gérer leurs ressources efficacement et avoir la souplesse de réagir rapidement aux changements dans les domaines politique, économique et dans leurs relations avec les autres organisations. Nous introduisons aussi dans le modèle un niveau supplémentaire permettant une classification des initiatives au sein du modèle précédent. La figure 2.3 présente les diverses catégories. Nous associerons au groupe personne les catégories de corpus de connaissances techniques et de guide des pratiques. Nous associerons au groupe processus l'infrastructure des processus et le modèle d'ingénierie de système et finalement au groupe technologie les standards et les normes.

#### **2.2.4      Architecture des familles de référentiels des BP**

Cette section propose une structure générale pour organiser l'ensemble complexe des référentiels des BP nécessaires au bon fonctionnement d'une SIO. La figure 2.4 présente de manière graphique les relations et la portée. Le modèle propose une architecture divisée en trois niveaux de gestion : stratégique, de gestion et de production. On retrouve des BP qui définissent l'ensemble des choix et des moyens qui orienteront la gestion à moyen et à long terme couvrant la gouvernance des technologies. Notre modèle se veut une vision statique de l'organisation. L'évaluation n'en fait donc pas partie car elle introduirait une boucle dynamique de rétroaction. De plus les modèles d'ingénierie de système sont des métas niveaux issus de la volonté d'unifier l'ensemble des BP en usage dans l'industrie. Notre architecture se divise ensuite en trois grands groupes de guides, qui s'appuient sur le modèle proposé à la section précédente, soit : les organisations de processus (infrastructure), les

compétences des individus et les guides de pratiques techniques. Les individus sont placés au cœur de l'architecture car leur compétence a une influence sur tous les autres aspects. Cet ensemble repose sur des BP de gestion de projet, de l'assurance qualité (AQ) et finalement un ensemble de normes. Nous avons encore une fois mis de côté l'aspect des technologies. Le lecteur retrouvera aussi sur le diagramme des exemples de modèles à base de BP.

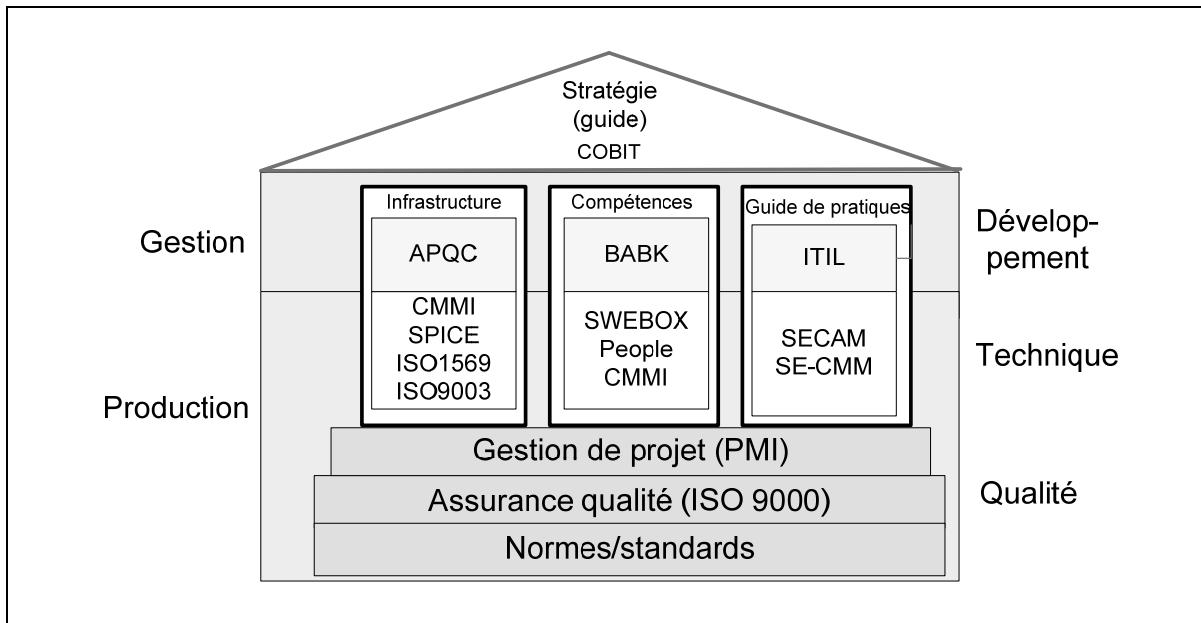


Figure 2.4 Architecture des modèles à base de bonnes pratiques

### 2.3 Les modèles d'infrastructure des processus (MIP)

Les modèles d'infrastructure des processus (MIP) ont diverses origines qui conduisent à des différences significatives entre eux. Chacun a été élaboré dans un cadre précis afin de répondre à un problème particulier. Les concepts de base, communs à tous ces modèles, sont liés au concept générique de processus. Les différences principales résident, au niveau de la forme, dans la présentation ou la dénomination des concepts ainsi qu'au niveau du contenu, du nombre de processus et du détail de l'information proposée. Ils sont utilisés pour évaluer,

améliorer et même déployer les pratiques de développement et de gestion de projet d'une SIO ou de ses sous contractants. Le tableau 2.6 présente les éléments composants un MIP.

Ces modèles présentent d'abord une organisation logique de la progression vers des niveaux de maturité de la SIO. Un niveau de maturité peut être considéré comme un stade final d'un processus de maturation désignant l'état qu'une organisation a atteint tout en spécifiant son degré de maturation ceci dans un développement quelconque. Nous définirons le degré de maturation par chacune des divisions d'une échelle adaptée pour la mesure d'une grandeur définie selon le modèle de maturité utilisé. Un niveau de maturité est donc un état obtenu à l'achèvement d'un PAC, de développement ou d'une maturation de l'organisation. Cet état de développement doit être nécessaire et suffisant pour assurer l'activité normale d'une fonction.

Ces modèles et leurs outils ne sont pas eux-mêmes un modèle du cycle de vie ou un produit du processus de développement mais plutôt un modèle des BP clés de l'industrie qui peuvent être utilisées pour améliorer un processus. Ces cadres sont souvent basés sur le concept ou la notion de capacité présentée auparavant surtout pour les domaines des processus. Le tableau 2.7 présente une liste de ces programmes, leurs catégories et les principaux intervenants.

Tableau 2.6 Éléments composant un modèle d'infrastructure des processus (MIP)

Élément	Description
But	<ul style="list-style-type: none"> <li>est de fournir un moyen pour initier et guider les PAC basées sur l'approche des processus.</li> </ul>
Utilisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>pour mettre en place des processus de gestion du développement, de maintenance et de support de produits logiciels répondant aux meilleures pratiques de l'industrie;</li> <li>pour valider la position de l'organisation du développement de produit et la capacité des processus de support face aux meilleures pratiques de l'industrie;</li> <li>pour réaliser une autoévaluation en aidant à identifier les opportunités pour l'amélioration dans le cadre de l'organisation du développement de produit;</li> <li>pour aider dans la sélection d'un fournisseur lors de négociations précontractuelles.</li> </ul>
Offrent	<ul style="list-style-type: none"> <li>une structure d'évaluation du niveau de maturité,</li> <li>un groupe documenté de procédures améliorant le niveau de maturité,</li> <li>un ensemble de processus de contrôle validant les étapes de la progression,</li> <li>une structure ou un ensemble de définition de processus et de BP.</li> </ul>
Bénéfices potentiels	<ul style="list-style-type: none"> <li>pour les clients : <ul style="list-style-type: none"> <li>devrait être plus en mesure de répondre aux demandes des clients et du marché;</li> <li>les délais de livraison des produits devraient être minimisés;</li> <li>la satisfaction des utilisateurs finaux est maximisée.</li> </ul> </li> <li>pour les SIO : <ul style="list-style-type: none"> <li>une meilleure anticipation;</li> <li>le coût réel des projets, des coûts de développement et de maintenance plus bas à qualité égale;</li> <li>une augmentation de la qualité des produits logiciels sans augmentation des coûts, un intervalle et un cycle de développement plus court;</li> <li>une capacité croissante à répondre aux engagements de contenu et de cédule en fonction de l'analyse du risque et des estimations;</li> <li>une habileté croissante pour réaliser une conception quantifiable et des objectifs de qualité à tous les niveaux du processus de développement;</li> <li>de préparer l'organisation du benchmarking en comparant sa performance avec celles des autres organisations et de structurer la relation avec les clients et intégrer des sous-traitants dans les processus logiciels;</li> <li>le regroupement de ces activités permettra de faire progresser les équipes informatiques « projet » et « maintenance » dans un cadre éprouvé.</li> </ul> </li> </ul>

Tableau 2.7 Modèles d'infrastructure des processus (MIP)

Nom	Catégories	Promoteur
<b>CMMI</b> 1987	Il vise à guider les organisations dans leur démarche d'amélioration des processus. Il permet de déterminer, en termes de délai, de qualité, de coûts et de fiabilité, le niveau de maturité globale et son profil de capacité selon les principales pratiques déployées.	SEI (« Software Engineering Institute »)
<b>Trillium</b> 1994	Il s'adresse aux secteurs du logiciel et des télécommunications intégrant les processus propres à ce domaine.	Bell Canada
<b>ISO 15504 – SPICE</b> Entre 1991 à 1998	Il fournit un modèle de gestion des processus logiciel et une approche structurée d'évaluation utilisée par les SIO pour contrôler leurs processus de planification et de pilotage du produit logiciel (conduite de projet, exploitation, maintenance, support du logiciel).	comité conjoint de l'ISO et de l'International Electrotechnical Commission (IEC) (IEC- JTC/SC7)
<b>SECAM</b> Octobre 1992	Il est utilisé en conjonction avec la méthode SECAM d'évaluation pour évaluer la capacité d'ingénierie des systèmes. Il offre un ensemble de processus et de BP pour une organisation pratique de l'ingénierie des systèmes et l'intégration de produits et de processus intégrés de développement (IPPD). L'environnement peut évaluer son aptitude à exercer de l'ingénierie des systèmes et à déterminer les points susceptibles d'être améliorés.	« International council on system engineering » (INCOSE)
<b>eSourcing Capability Model for Service Providers (eSCM-SP)</b> v1 2001 v2 2004	Est un modèle permettant d'évaluer le niveau de capacité d'un fournisseur de service d'externalisation de l'informatique, en fonction des BP. Ses objectifs sont d'offrir aux prestataires de services un guide d'amélioration de leur capacité tout au long du cycle de vie et aux clients une méthode objective d'évaluation des prestataires.	Carnegie Mellon et un groupe d'universités et de fournisseurs (EDS, IBM, Accenture (Inde)).
<b>ISO 90003</b> V1 1991 V2 2004	Elle est issue d'ISO 9001 (ISO9001, 2008) et a été adapté à l'ensemble du cycle de vie du produit logiciel. Elle réfère à la gérance de configuration incluant la traçabilité des composants. Elle n'inclut pas le domaine de la qualité du service de production mais, elle fait référence à ISO 12207 (cycle de vie logiciel), ainsi qu'à ISO 9126 (métriques et caractéristiques) (ISO90003, 2004).	Comité technique ISO/TC 176.
<b>APQC</b> 1998 « American Productivity & Quality Center »	Elle est un référentiel de processus couvrant les processus d'affaires d'une organisation. Elle propose 13 macro-processus que devrait posséder toute entreprise.	Davenport et d'organisation (IBM, Xerox).
<b>S3M</b> V1 2002 V2 2006	Il est un modèle d'amélioration et d'optimisation des processus de maintenance du logiciel pour les organisations dans une perspective client. Il se conforme à l'ISO15504 et partage des éléments pertinents avec la CMMi. Il est utilisé pour la maintenance des logiciels applicatifs développés et maintenus à l'interne, des progiciels configurés et maintenus à l'interne ou par un sous-traitant et pour évaluer les pratiques utilisées en impartition.	ETS

### 2.3.1 État du marché des infrastructures de processus dans les SIO

L'utilisation des modèles et des normes est répandue au niveau mondial et semble suivre certains courants. Notre revue de littérature (présentée en détails dans la section 7 de l'annexe I) montre que plusieurs modèles sont en cours d'élaboration dans l'industrie. La prolifération des modèles entraîne le besoin d'une coordination de l'agencement, des différents mécanismes et une organisation globale des BP. Les modèles actuels subissent des améliorations et des adaptations régulières afin de mieux répondre aux besoins des intervenants. Toutefois, une grande inertie à l'utilisation de ces modifications existe en raison de nombreux groupes d'utilisateurs des anciens modèles. Le retrait de plusieurs modèles suite à des consolidations ou l'unification en un seul modèle unique sera une tendance forte dans les prochaines décennies. Au niveau géographique, le modèle propre au développement logiciel le plus répandu est le « Capability Maturity Model » (CMM) du « Software Engineering Institute » (Manganelli et Klein, 2000). En Amérique du Nord les CMMx sont les plus fréquemment utilisés. En Europe et en Asie la norme ISO 15504 est plus répandue (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003).

Depuis 2002, une majorité des SIO évaluées CMM se situent au-dessus du niveau 1 et on remarque une progression accentuée pour l'adoption du modèle (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). Notons que les SIO évaluées aux niveaux supérieurs du CMM se situent surtout dans des pays où l'impartition représente une part importante du marché (Inde, Russie, Israël, Irlande, Corée, etc) (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). Les clientèles à la recherche d'une garantie de qualité procurant une assurance de tranquillité ne se limitent pas nécessairement au modèle américain. Plusieurs modèles nationaux ont été élaborés dans des pays comme : la Finlande, la Chine, la Corée, le Japon, la Grande-Bretagne, etc. (Tellier, Trudel et Lacroix, 2003). On remarque diverses limites aux infrastructures telles que le manque de fondement théorique, la croyance à l'affranchissement du comportement humain, provoqué une chute de créativité (voir détails en annexe I).

### 2.3.2 Guide de bonnes pratiques

Les principaux guides des BP sont présentés dans le tableau 2.8. Après un examen de leurs pertinences face à notre problématique ainsi que leurs importances sur le marché, nous avons décidé de retenir ITIL et Control Objectives for Information & Related Technologies (COBIT) (voir détails en annexe V).

### 2.3.3 Problèmes liés aux bonnes pratiques dans le cadre des référentiels

Il existe de nombreuses recherches sur de nombreux aspects de la gestion de l'expérience ou expertise dans les SIO dans le domaine du génie logiciel. La formulation de la démarche de ces expériences, lorsqu'elles sont positives dans divers contextes, est alors appelée à devenir une BP. Ces études regroupent des approches pour expérimenter la gestion (par exemple (Benedicneti, Succi et Vernazza, 2001; Staab *et al.*, 2000)), sur la façon de recueillir les expériences (par exemple (Tardieu et Guthmann, 1992; Vardangalos et Pantelis, 2000)), la manière de structurer l'expérience (par exemple (Davenport, 1993; Manganelli et Klein, 1994)), des outils de gestion de l'expérience (par exemple (Bellotti *et al.*, 2001; CMMI, 2002; Paulk *et al.*, 1993b)) et certaines études de cas sur l'application de l'expérience de gestion dans la pratique (par exemple (Abran, Buglione et Meli, 2001; Benedicneti, Succi et Vernazza, 2001; Buggie, 2000; Fernandez, 2000; SQI, 2000; Staab *et al.*, 2000)). Cependant il existe peu de données sur l'affectation précise et la structure d'expérience réussie, en particulier dans les PME. Malgré tout cette approche de la BP demeure relativement empirique.

Tableau 2.8 Les principaux guides de bonnes pratiques (BP)

Nom	Description	Source
<b>COBIT</b> Depuis 1996	Référentiel pour la gouvernance des TI ayant pour but le contrôle et l'audit de l'impact des technologies et des risques liés dans l'organisation.	« Governance Institute aux Etats-Unis ».
<b>ITIL</b> Début 1990	Collection d'ouvrages qui recensent, synthétisent et détaillent les BP (recommandations, description de processus et de postes, règles de gestion) pour la fourniture de services informatiques.	« Office of Commerce ». (APM, 2007)
<b>ITIL</b> petite échelle	Guide de mise en application de l'ITIL, qui en reprend les grandes lignes et les axes de simplification pour les petites organisations.	Même que précédemment.
<b>BS15000</b>	Adaptés à la fourniture et la gestion de services TI. Elle s'appuie sur ITIL pour la mise en œuvre et définit un ensemble de normes portant sur l'assistance et la fourniture de services, ainsi que sur la gestion de la sécurité. Elle contient des spécifications (partie 1) et un code de pratique pour la gestion des services (partie 2).	Institut de normalisation et Office of Government Commerce
<b>IT</b> Service Management Reference Model.	Le référentiel de gestion de services TI se compose uniquement de modèles de processus divisés en cinq domaines. (alignement des services, la conception, le développement et le déploiement, les opérations et l'AQ. IT décline le principe de l'AQ de l'ISO 9001 (ISO9001, 2008) sur les opérations et les services IT.	Hewlett-Packard.
<b>ISO 20000</b> Novembre 2005.	Propose une base d'accréditation et de certification pour les centres de production informatique qui se fonde sur les processus ITIL pour les activités métiers d'une direction des systèmes informatiques et sur la boucle d'AC (ISO 9001).	ISO
<b>MOF</b> « Microsoft Operations Framework »	Guide qui origine des pratiques internes de Microsoft, pour la gestion des opérations des SI intégrant l'ensemble des BP de l'ITIL et de l'ISO 20000. Il se compose de trois modèles qui ont pour objet les processus, les compétences et la gestion des risques.	Microsoft
<b>ASL</b> Fin 1990	L'« Application Service Library » (ASL) fournit des BP centrées sur la gestion d'applications et l'optimisation des processus métier.	Groupe public Néerlandais.
<b>BTO</b> Fin 1990	Le « Business Technology Optimization » applique à l'informatique des principes éprouvés en matière de qualité et de gestion du processus métier. (facilite l'alignement des initiatives avec la stratégie, automatisation des domaines et des processus).	Un groupe d'entreprise.
<b>ISPL</b> Créé en 1999	L'« Information Services Procurement Library » couvre surtout la gestion de la relation fournisseurs, l'externalisation de projets et la gestion de risques.	Consortium européen XIN, FAST, Software Engineering Measurement and Analysis (SEMA)
<b>ISO 10006:2003</b> Prince 2 : Fin 1989.	Conseils sur la qualité dans le cadre des processus de gestion de projet. Il est un complément à ITIL.	Office of Government Commerce
<b>ISO 9004</b>	Conseils sur la qualité dans le cadre des processus relatifs au produit du projet et sur l'« approche processus ».	
<b>BiSL</b> Fin des années 90 Business Information Services Library	Il se concentre sur la réalisation d'un meilleur alignement des TIC avec les besoins des entreprises. Il décrit la structure de soutien aux utilisateurs et de gestion de l'information, fondée sur les BP et améliore la communication entre la demande et l'offre TIC.	Groupe public Néerlandais et groupe d'entreprises.

Les BP de l'industrie sont largement utilisées mais ne sont pas nécessairement vérifiées. Elles représentent les croyances empiriques du génie logiciel. Les BP peuvent être documentées et distribuées de diverses manières comme des catalogues de patron (SQI, 2000) ou des bibliothèques de modèles de pratiques (Benedicneti, Succi et Vernazza, 2001). Il est nécessaire de systématiquement indexer et d'organiser ces pratiques pour leur permettre une meilleure utilisation pratique et évaluation scientifique. Les pratiques dans ces référentiels sont souvent très génériques, informelles et ont des justifications anecdotiques. Cependant, elles sont pertinentes et largement consultées par les praticiens de l'industrie dans leur quotidien. Ces référentiels de BP sont souvent construits de manière autonome, distribués à travers l'Internet de manière libre et peu de structure. Ils peuvent être mis à jour par une organisation ou une personne.

Pour les praticiens, il est souvent difficile d'explorer systématiquement les référentiels de BP pour un domaine particulier, et plus difficile encore de faire des choix éclairés parmi ces pratiques. Pour les chercheurs, il est actuellement impossible de conduire des recherches rigoureuses sur l'ensemble de ces BP. Fournir une infrastructure pour l'organisation de ces pratiques peut contribuer à une compréhension de la façon dont elles sont créées et utilisées, ainsi que le rôle de la preuve les justifiant. Leur prise en compte en tant que collections liées par des relations complexes n'est pas non plus évidente.

Toutefois, il existe un certain nombre de difficultés dans la collecte de ces nombreuses pratiques dans un vaste répertoire central. La première est que l'information est en constante évolution. La mise à jour des BP détruit ou modifie le lien avec la BP originale et peut aussi impliquer une cascade de BP. Des ressources coûteuses de synchronisation risquent d'être mises en œuvre. La seconde est que les BP sont souvent décrites d'une manière qui peut les rendre pertinentes à plusieurs SIO, mais peuvent encore contenir des informations spécifiques à la technologie ou un domaine. Il est nécessaire de stocker des informations sur les BP, incluant des catégories ou des généralisations vers des pratiques plus abstraites ou encore des spécialisations vers des pratiques plus spécifiques.

### 2.3.4 Les corpus de connaissance

Le corpus des connaissances est un ensemble des sources orales et écrites relatives au domaine étudié définissant les champs de connaissance (Abran et Moore, 2001). Il présente « l'ensemble des notions et des principes qu'une personne acquiert par l'étude, l'observation ou l'expérience et qu'elle peut intégrer à des habiletés » (OQLF, 2004). Il est la somme de la connaissance à l'intérieur d'une profession et reflète ce qui est considéré comme une BP du domaine habiletés (Gravel, 2006). Un corpus décrit les zones de connaissance, les activités associées, les tâches et les qualifications nécessaires à l'exécution du travail. Il évolue régulièrement selon les ajouts requis par la profession et selon les changements dans le temps. Le tableau 2.9 présente les principaux corpus dans le domaine.

Tableau 2.9 Les principaux corpus de connaissance en génie logiciel

Nom	Description	Source
PMBOK Lancé en 1996 (PMI, 2008)	Standard américain (American National Standards Institute (ANSI)) et international élaboré par le PMI (document de référence) qui décrit l'ensemble des pratiques (conduite et contrôle) intervenant dans la gestion d'un projet. Il peut amener à une certification PMI.	Philadelphie, (PMI®)
SWEBOK Lancé en 1998 (Abran et Moore, 2001)	Il permet de fournir une caractérisation consensuelle validée des limites de la discipline de génie logiciel et de fournir un accès topique au corpus de la connaissance soutenant cette discipline. Le corpus des connaissances est subdivisé en dix domaines de la connaissance en génie logiciel.	ISO et IEEE
BABOK Octobre 2003 (Gravel, 2006)	Le Business Analysis Body Of Knowledge (BABOK) est un référentiel employé pour définir l'ensemble des processus d'affaires d'une organisation selon un cadre de BP. Il a pour but de protéger les intérêts du client en définissant des pratiques d'analyse d'affaires.	« International Institute of Business Analysis »

### 2.3.5 L'utilisation des guides de références pour l'évaluation de l'entreprise

L'amélioration d'une SIO nécessite des approches pour l'évaluation de l'impact des initiatives. Cette section présente les diverses approches qui peuvent être utilisés dans le

cadre de l'évaluation d'une SIO. Ces évaluations sont issues de programmes de performances, de modèles de démarche d'une recherche de qualité des produits ou de cadre de processus. Chacune des approches offre une ou plusieurs méthodes pour l'évaluation de l'impact de la mise en place et de l'évolution de son utilisation. En plus des cadres d'évaluation, elles fournissent soit une structure de support aux pratiques courantes, soit des BP ou encore des définitions de livrables essentielles à la réalisation des produits.

Le programme « Baldrige Quality Award » (NIST, 2010) a pour mission d'améliorer la compétitivité et les performances des organisations Américaines, par une démarche constante d'auto-évaluation de la SIO conduisant à un prix. L'évaluation est basée sur trois dimensions d'évaluation : l'approche, le déploiement et les résultats qui considèrent respectivement l'appropriation, l'efficacité des méthodes utilisées pour étendre les approches utilisées ainsi que la mise de l'avant des résultats atteints. Il est attendu que chaque dimension d'évaluation est appliquée à chaque critère. Le pendant européen est le modèle d'excellence EFQM (EFQM, 2004) propose comme méthodologie de mesure que pour chaque critère et chacun des sous critères les quatre éléments suivant doivent être évalués : « Résultats Approches Déploiement et Affectation » (RADAR). Ces critères comprennent les procédures, les politiques développées en support à chaque critère et comment ils sont mis en pratique et mesurés. Le CMMI propose le modèle SCAMPI (CMMI, 2000b) comme méthode d'évaluation pour l'amélioration des processus. Certaines de ces approches ont déjà fait l'objet de présentation dans le premier chapitre et certaines seront détaillées dans le prochain. Les annexes I et VII présentent au lecteur une synthèse de ces dernières. Le besoin d'évaluation nous conduit à étudier la mesure de performance au sein de l'entreprise.

## 2.4 Les systèmes d'indicateurs (SI)

Il est naturel de considérer l'entreprise en tant que système et de la modéliser en tant que tel d'abord pour la comprendre et ensuite pour être en mesure de la piloter (Mélèse, 1990). Dans ce contexte, il s'agit de fournir une information la plus pertinente possible pour une aide au pilotage. Les besoins d'information (BI) résultent donc des efforts des gestionnaires pour

influencer les résultats, les processus et les initiatives conduisant aux objectifs définis pour le système dont ils sont responsables (ISO15939, 2007). Les BI des gestionnaires sont habituellement dérivés de trois sources : le besoin de connaître l'état actuel du système, les buts qu'ils cherchent à atteindre et les obstacles (préoccupations, des risques, des problèmes, ...) qui empêchent de les atteindre (ISO15939, 2007). Typiquement, les sujets visés par un gestionnaire dans une SIO sont nombreux, ceux-ci incluent estimation et allocation des ressources, supervision des progrès et livraison des produits répondant aux spécifications et aux aspirations des clients. Le BI conduit à la sélection de mesures et des techniques d'analyse associées qui sont groupées pour former un indicateur de façon à assurer le pilotage (ISO15939, 2007).

Un indicateur est donc une mesure qui fournit une évaluation des attributs spécifiques dérivés d'un modèle en respectant les BI nécessaires à l'utilisateur (Fenton et Pfleeger, 1998). Selon Mc Garry (Basiли *et al.*, 2001; Buchanan, 1997) « à moins qu'un décideur ou un gestionnaire ait un BI, les mesures ne servent aucun but ». Les indicateurs servent donc de base pour l'analyse et la prise de décision par leurs utilisations en tant que cible, projection ou approximation de l'état d'un système. Un indicateur s'appuie sur un modèle qui est un algorithme ou un calcul qui combine une ou plusieurs mesures de base et/ou des mesures dérivées associées avec les critères de décision. La mesure est toujours basée sur des informations imparfaites. Alors, présenter l'incertitude, la précision ou l'importance des indicateurs est une composante essentielle de la présentation des valeurs actuelles des indicateurs (ISO15939, 2007).

Un indicateur compare typiquement des valeurs de mesures actuelles avec les valeurs espérées basées sur les critères de décision qui forment ainsi des cibles ou des seuils numériques qui peuvent être calculés ou basés sur une compréhension conceptuelle du comportement espéré ou sur des heuristiques. Ils sont utilisés pour déterminer les actions, des investigations ou à décrire le niveau de confiance dans un résultat donné. Ils aident à interpréter les résultats de la mesure d'un indicateur. La mesure des données peut être typiquement décrite comme provenant d'une des trois sources primaires suivantes : données

historiques (statistiques), données de planification, données sur les performances actuelles (Fenton et Pfleeger, 1998). Les modèles ou les décisions critiques aident à décider si oui ou non la différence entre les valeurs actuelles et les données espérées sont significatives. Développer et diffuser des spécifications pour tous les construits de mesure facilite la collection de mesures pertinentes et consistantes. Même des termes évidents comme des lignes de codes ou les efforts-employés par mois sont souvent définis de manière différente par les organisations (Fenton et Pfleeger, 1998).

Durant la conception d'un outil de gestion la détermination d'un indicateur permet de définir l'objet mesuré et de décrire le mode de collecte des indices significatifs à effectuer et après que la mesure ait été prise et de déterminer la présentation des valeurs significatives (Voyer, 2006). La définition d'indicateurs constitue un élément indispensable pour la totalité des nouvelles approches de gestion, que ce soit la réflexion stratégique, le virage clientèle, la réingénierie des processus, PAC, l'étalonnage (le benchmarking), l'évaluation de programmes, etc. (Voyer, 2006). Ces approches requièrent des indicateurs pour l'évaluation des retombées sur les opérations courantes et de la performance de l'organisation (Voyer, 2006).

Selon Voyer (Voyer, 2006), un indicateur vu par un gestionnaire et un ingénieur du logiciel est « un élément ou un ensemble d'éléments d'informations significatives, un indice représentatif, une statistique ciblée et conceptualisée selon une préoccupation de mesure, résultant de la collecte de données sur un état, sur la manifestation observable d'un phénomène ou sur un élément lié au fonctionnement d'une organisation ». Les indicateurs sont formés à partir de certaines données extraites de l'ensemble de l'information détaillée existante issue de la production de gestion régulière. Sans remplacer cette dernière, les indicateurs de gestion sont un ensemble d'éléments d'information considérés comme signifiants présentés dans une perspective de gestion (Voyer, 2006).

Un système interactif d'aide à la décision (SIAD) est essentiel pour piloter un système (Morton, 1995; Tahon et Trenteseaux, 2001). Pour cette raison les SI tendent à se confondre

avec les systèmes de décision ce qui amène plusieurs auteurs à introduire le concept de système de pilotage de l'entreprise (Berchet, 1996; Binder, Kallel et Pellet, 1985; Raviard et Tahon, 1999; Wiseman, 1988). Pour atteindre les buts définis ce système doit combler les BI des gestionnaires, des indicateurs sont alors déployés puis regroupés. Le système de pilotage de l'entreprise doit répondre aux BI des décideurs dans leurs démarches. Dans ces conditions, des indicateurs sont mis en place et regroupés pour une entité de l'entreprise donnée (fonctions, activités, atelier, service, etc.). L'utilisation de l'expression « système d'indicateurs » pour désigner ce groupe d'indicateurs essentiels au pilotage, est maintenant bien admise (Clivillé, 2004). Dans cette perspective un système d'indicateurs est « une liste d'indicateurs destinés à étayer un jugement sur le fonctionnement d'un centre de responsabilité (décision) » (Giard, 2003; Sulzer, 1985). Le tableau 2.10 présente divers systèmes d'indicateurs divisés en trois grandes catégories.

Tableau 2.10 Classification des systèmes d'indicateurs (SI)

Catégories	Systèmes d'indicateurs
Tableaux de bord	Tableau de bord de gestion. Tableau de bord des processus. Tableau de bord des projets.
Système d'indicateurs de Performance (SIP)	Système de Mesure de Performance (SMP). Business Performance Measurement System (BPMS). Corporate Performance Measurement System (CPMS). Enterprise Performance Measurement System (EPMS).
Systèmes de gestion stratégique	Balanced Scorecard (BSC). Intangible Asset Monitor (IAM).

Ces systèmes mesurent une performance à partir de critères multiples (coût, qualité, délai) pour des entités distinctes et sont interdépendants (Savall et Zardet, 2007). Dans toutes les approches, les indicateurs (multicritères et multi-niveaux) et leurs liens (décomposition d'objectifs, agrégation de performances) sont en général présentés aux gestionnaires groupés sous l'aspect de TB (Epstein et Manzoni, 1998; Kaplan et Norton, 1992; Selmer, 2002).

#### **2.4.1      Approche pour le développement d'un indicateur**

Plusieurs travaux ont été réalisés dans le domaine du génie logiciel sur le développement d'indicateurs et sur la mesure d'une façon plus générale. Ces travaux ont des répercussions sur les autres domaines du génie et de la gestion. La mesure dans le domaine du génie logiciel est une discipline clé dans l'évaluation de la qualité des produits logiciels et la capacité des organisations à structurer les processus logiciel (Benedicneti, Succi et Vernazza, 2001). Les travaux les plus connus dans la mesure sont « Goal/Question/Metric » (McGarry *et al.*, 2001), « Issue/Categorie/measure » (Fenton et Pfleeger, 1998) et le « Pratical Software Measurement (PSM) » (Fenton et Pfleeger, 1998) qui partagent de grandes similitudes avec la norme internationale ISO/IEC15939 (ISO15939, 2007) mais qui conduisent principalement à la notion d'indicateur. Cette norme définit un processus, qui se veut flexible, ajustable, adaptable, de gestion de la mesure applicable à toutes les disciplines du génie et de la gestion reliée au logiciel. Elle propose un modèle des processus de mesure du logiciel qui définit les activités de gestion de mesure requises pour la gestion pour spécifier les informations nécessaires et aussi pour définir un langage pour exprimer les indicateurs.

#### **2.4.2      Les indicateurs dans le contexte de gestion du génie logiciel**

Dans le contexte de la gestion et notamment du génie logiciel, les indicateurs sont mis en œuvre à tous les niveaux (stratégique, tactique, opérationnel) pour exprimer une performance financière ou technique (Cotonnec et Gallois, 2001). Un pilotage réactif permet de savoir l'état de la performance et surtout le pourquoi (ISO9000, 2001). C'est autant le résultat obtenu que la façon de l'atteindre qui est évalué (Berrah et Vernadat, 2002; Gallois, 1997; Najar, 1994). Il faut donc associer à chaque variable d'état dont la valeur permet de calculer la performance du système, les variables d'action qui ont une influence sur cette valeur (Berrah et Vernadat, 2002; Brimson et Anto, 1998). On parle du degré de contrôlabilité de la variable d'action selon qu'elle est interne ou externe pour le pilote. Le pilotage revient alors à jouer sur les variables d'action de chaque activité pour augmenter le ratio valeur/coûts ainsi que garantir un délai court (Fischer, 1992; Fitzgerald *et al.*, 1991). La mise en place d'indicateurs suivant des critères multiples et à des niveaux différents rend leur exploitation

conjointe et simultanée difficile sachant que des décisions prises à d'autres niveaux, sur d'autres parties ou à l'extérieur de l'entreprise, auront également une influence sur ces mêmes indicateurs posant ainsi toute la problématique de la décision multicritères multi-niveaux. Pour identifier les variables d'action pertinentes et atteindre les objectifs fixés, des typologies sont disponibles concernant les inducteurs de coût (Hronec, 1995) et de performance (Guennou, 2001).

#### 2.4.3 Caractéristiques et représentation d'un indicateur

Les caractéristiques générales d'un bon indicateur (tableau 2.11) sont celles de tout instrument de mesure et doivent assurer la maturité de la valeur déterminée (Fenton et Pfleeger, 1998); les quatre critères critères que nous chercherons à respecter (Voyer, 2006) sont présentés au tableau 2.12.

Plusieurs techniques simples peuvent être utilisées pour produire des représentations des données mesurées. L'habileté d'extraire l'information pertinente contenue dans les données mesurées peut être améliorée autant par le bon choix et la bonne utilisation des techniques graphiques (Selmer, 2002) que par des tables de nombres car ces derniers rendent les données, les variances et les relations plus évidentes et faciles à interpréter (Watson, 2002).

Tableau 2.11 Caractéristiques d'un bon indicateur

	<b>Description</b>
1	Soutiendra l'analyse des BI attendus.
2	Supporte le type d'analyse nécessaire.
3	Procure le niveau adéquat de détails.
4	Propose une action probable de gestion.
5	Fournit en temps l'information nécessaire pour prendre actions et des décisions.

Tableau 2.12 Critères d'un bon indicateur

Critère	Description
Pertinence	Il doit correspondre à une préoccupation, à un objectif ou à une attente et répondre au besoin de mesures. Il devra être significatif dans le contexte.
Qualité	Les indicateurs devront avoir les caractéristiques de qualité suivante : <ul style="list-style-type: none"> <li>• adaptabilité,</li> <li>• robustesse,</li> <li>• spécificité,</li> <li>• focalisation,</li> <li>• valeur méthodologique,</li> <li>• qualité théorique,</li> <li>• précision du design,</li> <li>• précision de sa formulation,</li> <li>• compatibilité entre les unités des mesures traitées et composant l'indicateur.</li> </ul>
Faisabilité	On doit détenir la possibilité informationnelle pour fabriquer l'indicateur par l'usage de mécanismes de mesure et de traitements exhaustifs, afin de fournir de manière rentable des données fiables et opportunes.
Convivialité	Constitue la possibilité opérationnelle, visuelle et cognitive d'utiliser adéquatement et facilement un indicateur possédant les trois caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>• accessibilité : facile à obtenir et à utiliser,</li> <li>• intelligibilité : simple, clair, compréhensible avec une interprétation commune,</li> <li>• l'évocation : doit présenter visuellement la signification afin d'être facile à interpréter par le choix de la forme.</li> </ul>

#### 2.4.4 Typologies des indicateurs

Les indicateurs ont fait l'objet de beaucoup d'études en raison de leur importante utilisation dans les organisations. Ces études ont conduit à un grand nombre de propositions de typologies dont nous présentons les plus répandues dans le tableau 2.13. Pour distinguer les indicateurs on peut avoir recours à de nombreuses nomenclatures basées sur des spécificités telles le type, les caractéristiques, le palier, etc. Aucune de ces nomenclatures n'est optimale car la sélection dépend des intérêts, de la disponibilité de l'information et des objets de la mesure. Selon les critères retenus un indicateur pourra appartenir à plus d'une classe car « déterminer les différentes classes auxquelles un indicateur appartient est un élément important [...] pour exploiter correctement l'indicateur construit » (Berrah, 1997).

Tableau 2.13 Les différentes typologies des indicateurs de performances

Critère de classification	Indicateurs	Auteurs
Quantification	De qualitatif à quantitatif.	(Berrah, Clivillé et Haurat, 1999)
Niveau hiérarchique décisionnel	Stratégiques pour la vision. Tactiques pour la compétitivité. Opérationnels pour la productivité.	(Berrah, Clivillé et Haurat, 1999; Greif, 1998; Jacot et Micaelli, 1996)
Position du rapport à l'action	De résultats liés à la vérification des performances. De processus liés à la surveillance de leur évolution.	(Berrah, 1997; Berrah, Clivillé et Haurat, 1999)
Logique des objectifs	De progrès pour évaluer le progrès. De maîtrise pour connaître les performances.	(Berrah, 1997; Berrah, Clivillé et Haurat, 1999)
Décision de l'utilisateur	De rapport pour tenir compte de la hiérarchie supérieure. De pilotage pour le contrôle, l'action et la supervision par l'utilisateur.	(Berrah, 1997; Berrah, Clivillé et Haurat, 1999)
Nb de variables d'action	Simples si une seule variable d'action est associée. complexes s'ils comportent plusieurs variables d'action.	(Berrah, 1997)
Avenir	Pour suivre l'évolution immédiate du système. de création de potentiel.	(Savall et Zardet, 2007)
Provenance des mesures	À mesures endogènes, (internes au système). À mesures exogènes, (environnement au système).	(Keegan, Eiler et Jones, 1989; Zülch et Rinn, 1999)
Méthodologie utilisée	D'opinion, de perception, par opposition à des indicateurs. De faits/ d'état, de mesures tangibles.	(Sutherland, 2001)
d'application	De contexte permet de situer l'environnement. De mise en œuvre. De résultats intermédiaires permettant de cerner les progrès accomplis.	(Buchanan, 1997; Voyer, 2006)

#### 2.4.5 Les tableaux de bord (TB)

Les tableaux de bord (TB) sont des outils de gestion, d'aide à la décision qui permettent aux administrateurs d'être en mesure de prendre le pouls de l'organisation, de produire l'information de gestion névralgique, de signaler et de localiser les problèmes ou les situations anormales, le plus possible en temps réel, sur demande, sous une forme compréhensible (OQLF, 2004). Il doit aussi être un outil d'aide à la prévision permettant d'extrapoler les tendances antécédentes ainsi que les écarts afin d'appréhender le futur avec

moins d'incertitude (Voyer, 2006). Selon Voyer, il permet de « sélectionner, d'agencer, et de présenter les indicateurs essentiels et pertinents aux gestionnaires [...]», sous la forme d'un coup d'œil accompagné de rapports ventilés ou synoptiques, fournissant à la fois une vision globale et la possibilité de forger dans les niveaux de détails » (Voyer, 2006). Un TB est un cadre conceptuel de gestion de l'organisation qui doit supporter le système de gestion documentaire (SGD) en s'appuyant sur les données du SIG. Il procure à l'utilisateur un modèle cohérent rassemblant les indicateurs, de manière à frapper son imagination (Voyer, 2006). Il sera exposé de façon évocatrice, captivante et attrayante, pour en faciliter la visualisation (Selmer, 2002) permettant ainsi d'enrichir d'autant l'analyse et l'interprétation.

Un TB est un instrument de pilotage, de synthèse et de visualisation des indicateurs nécessaires à l'évaluation de la situation considérée, suggérant des actions possibles (Fernandez, 2000) permettant le contrôle en donnant une perspective du déroulement des activités en mettant en évidence rapidement les tendances, les exceptions, les résultats et les écarts significatifs du fonctionnement d'un système (Cérruti et Gattino, 1992). Il permet l'agrégation synoptique des informations pertinentes en misant sur la qualité plus que sur la quantité. Un TB est construit et organisé par la personne en charge de la conduite d'une unité de pilotage pour l'aider à atteindre les objectifs (Savall et Zardet, 2007). Le tableau 2.14 présente les divers aspects organisationnels qui influencent et motiveront l'utilisation des TB dans l'organisation. Ces facteurs et motifs seront divisés selon quatre dimensions de l'organisation (organisationnelle, managériale, informationnelle, technologique).

Tableau 2.14 Facteurs et motifs influençant l'utilisation des tableaux de bord (TB)

Dimension	Description
Organisationnelle	<p><b>Influencera la circulation de l'information, le niveau et l'étendue de l'utilisation des indicateurs, leur degré d'agrégation et leur niveau de détail.</b></p> <p>Les TB répondent aux besoins liés à l'émergence d'une gestion plus rigoureuse dans l'industrie du logiciel (OQLF, 2004). Elle vise l'ensemble de l'organisation et nécessite la structuration ainsi que l'accès à de l'information de qualité. Elle porte sur la définition de mécanisme de contrôle, axée sur la mesure soutenant l'utilisation d'indicateurs, qui assure que tout est plus structuré et surveillé. Cette utilisation constitue un élément nécessaire pour toutes les nouvelles approches de gestion (virage clientèle, gestion par les résultats, évaluation de programmes, etc.) (Voyer, 2006).</p>
Managériale	<p><b>Déterminera les types d'indicateurs choisis, leurs caractéristiques et leur degré d'utilisation.</b></p> <p>Les décideurs sont tenus de connaître l'état général du déroulement des activités et du fonctionnement des unités dont ils sont responsables pour être capables les piloter (suivre, contrôler, évaluer) (Voyer, 2006). Leurs préoccupations sont donc : la planification, l'organisation, la direction, la coordination et le contrôle du système (Fayol, 1916). Ils voudront être dotés d'un outil qui permet d'avoir en main une image conforme de l'ensemble de la situation assurant de mieux circonscrire les faits, les positionner en perspective, discerner les variables significatives pour en déterminer les tendances et les exceptions (Voyer, 2006).</p>
Informationnelle	<p><b>Conditionnera la disponibilité et la possibilité de ventilation ou de consolidation des données, le type de rapport et les indicateurs présentés.</b></p> <p>Les BI émanant de ces enjeux sont orientés vers le reportage historique (bilans et revues), la supervision et la détection immédiate des différences entre le réalisé, le prévu et le planifié et en temps réel. Pour décider, informer et rendre compte les gestionnaires ont besoin d'une information fiable, accessible rapidement et ciblés basée sur une mesure régulière et rigoureuse de la performance. Ils pourront ainsi répondre en temps réel, mesurer et évaluer les résultats au besoin selon les BI des supérieurs. La gestion et l'ingénierie ne peut s'articuler qu'avec l'aide de SI performants, produisant de l'information significative, de qualité et présentée avec assez de concision pour en extraire l'essentiel (Voyer, 2006).</p>
Technologique	<p><b>La possibilité et les caractéristiques d'accès aux TB, les capacités de réseautage, de partage et de production de l'information</b></p> <p>Les décideurs ont besoin d'une image complète et intégrée de la situation ainsi que d'information spécifique ou liés au domaine d'expertise. Ils désirent réaliser eux-mêmes la gestion (Analyse, exploration, interprétation, ...) de leurs informations, quelle que soit sa localisation ou son échelon hiérarchique, en naviguant de manière transparente du global au spécifique par forage et par consolidation ou en réalisant des requêtes ad hoc (Voyer, 2006).</p>

## Les besoins des utilisateurs d'un tableau de bord (TB)

Pour piloter, il faut disposer d'un instrument de mesure présentant les indicateurs pertinents nécessaires à l'évaluation de l'avancement et suggérant des choix possibles. Le TB doit permettre aux utilisateurs de décider, d'agir et donc de connaître l'état du système à partir des indicateurs. C'est en fonction de cette connaissance que l'utilisateur peut prendre des décisions et agir sur le système ou non (tableau 2.15). Les objectifs fondamentaux des TB sont de permettre aux décideurs d'informer, d'expliquer, de rechercher, de simuler et de communiquer (Bellotti *et al.*, 2001). Pour cela, le gestionnaire utilisera un TB dans diverses actions présenté dans le tableau 2.16.

Tableau 2.15 Besoins des utilisateurs des tableaux de bord (TB)

Besoin	Description
Synthétiser	<b>Synthétiser les informations propres à l'utilisateur</b> Le TB doit demeurer une synthèse des seules informations essentielles à la prise de décisions rapides dans le court terme, et être relayé par d'autres sources d'informations pour l'étude plus approfondie de problèmes particuliers ou de décisions entraînant des effets à moyen terme. Il ne vise pas à se substituer à toutes les informations et à tous les échanges de données qui doivent alimenter avec une périodicité plus ou moins rapprochée la vie de l'entreprise.
Évaluer	<b>Évaluer les performances</b> (de l'entreprise, d'une unité, d'un produit, de l'utilisateur, etc) Le TB ne doit pas devenir un recueil de données de conjoncture, il doit pour l'essentiel demeurer centré sur les responsabilités effectivement exercées ou contrôlées par un responsable (Pautz, 1998). Le TB permet à son utilisateur de connaître en partie l'état du système qu'il gère par l'évaluation des différents indicateurs qui le composent.
Proposer	<b>Proposer des actions en fonction des performances.</b> Le TB doit proposer des chemins de solution aux diverses problématiques.
Actualiser	<b>Rendre compte régulièrement des effets des actions de l'entreprise</b> Le TB doit permettre au gestionnaire d'assurer à intervalle régulier la mesure, la détermination et le suivi des marchés, de l'environnement, du déploiement des ressources, des performances de l'entreprise, (fonctionnement, déroulement, résultats obtenus et progression) (Voyer, 2006). La gestion se fait généralement à chaque période si la décision est périodique ou plus fréquemment si elles doivent être prises à l'apparition d'un événement (Chartier-Kastler, 1995).
Mémoriser	<b>L'accumulation des mesures des indicateurs</b> crée des références systématique et objective sur la performance organisationnelle (Voyer, 2006).

Tableau 2.16 Liste des actions dans lesquelles on utilise un tableau de bord (TB)

Actions	Actions	Actions
Évaluer	Prendre les décisions au bon moment.	Voir
Être informé	Rendre compte.	Agir
Décider	Estimer et juger les diverses situations.	Localiser
Faire le suivi	Accorder un intérêt soutenu aux éléments significants.	Mesurer
Comprendre	Accorder de l'importance aux variations et aux écarts.	Exprimer

### Classification et fonctionnalités associées aux tableaux de bords

Les TB peuvent être déclinés suivant les niveaux de décision (tableau 2.17) (Berrah, 1997; Letouzey, 2001) selon les fonctionnalités ou l'orientation principale (Selmer, 2002; Voyer, 2006) ou selon les types ou familles. Les besoins montrés précédemment en termes de fonctions recherchées par l'organisation peuvent être exprimés en termes de fonctionnalités dont le logiciel de TB devra être doté pour répondre à ces demandes.

Tableau 2.17 Classification des tableaux de bord selon le niveau décisionnel

TB	Description
Stratégique	En relatant des indicateurs (trésorerie, variations de stocks, ...). Il diffuse une vision d'ensemble des résultats de l'organisation.
Tactique	Ces indicateurs jaugent essentiellement les résultats entourant les activités des processus ou des produits.
Opérationnel	Groupe d'indicateurs assurant le pilotage à court terme des activités requérant des actions immédiates.

### Le réseau de tableaux de bord (TB)

Afin de répondre au besoin de chaque décideur et de l'organisation, les divers TB devront s'intégrer en un ensemble d'éléments fortement liés formant ainsi au sein même de l'entreprise un réseau cohérent, efficace et efficient. Pour cela les TB devront prendre en

compte à la fois la structure de l'organisation et son mode de fonctionnement. À cet effet, on s'assurera de la cohérence avec l'organigramme et de la cohérence transversale qui s'exercera à deux niveaux. Le premier niveau porte sur l'harmonisation des indicateurs entre les unités fonctionnelles qui ont les mêmes responsabilités de manière à ce qu'ils puissent comparer leurs résultats, permettant ainsi l'agrégation de ces informations au niveau hiérarchique supérieur. Le second niveau concerne la création d'un tableau spécifique global pour l'unité fonctionnelle visée par un projet transversal et les processus ciblés, l'ajout d'un indicateur de suivi de projet ou de processus dans leur TB (Voyer, 2006). Le réseau de TB de l'entreprise permettra une gestion par centre de responsabilité.

En combinant les deux approches, on construira peu à peu le réseau de TB de l'entreprise (Voyer, 2006). La manière dont les divers types de TB peuvent s'articuler en réseau au sein d'une même entreprise peut être très différente car les BI des divers utilisateurs potentiels peuvent être très différents. Il est nécessaire de préserver à chaque niveau de responsabilité ses informations, et à chaque service son TB. Les TB n'auront un réel impact que si les acteurs s'en saisissent et les transforment en instruments de dialogue, de motivation et de communication objectifs (Balantzian, 1997). Dans ce contexte, le TB doit être un outil de délégation et l'instrument privilégié de dialogue assurant la transmission transparente des informations vers le terrain en créant mobilisation, motivation et réactivité et vers la hiérarchie en façonnant vision, cohérence et arbitrage car les TB seront analysés, discutés et commentés.

#### **2.4.6 Les systèmes d'indicateurs de performance (SIP)**

La performance est la motivation essentielle de toute entreprise. En effet, toute action menée est dictée par une volonté de performance, vers une finalité de profitabilité (Marmuse, 1997). En revanche, si la performance continue d'être exprimée en des termes de profitabilité, elle ne se décline plus seulement en fonction du coût mais aussi en fonction de critères supplémentaires tels que la qualité, le délai, l'innovation, etc. (Dixon, Nanni et Vollmann, 1990; ECOSIP, 1999; Lebas, 1995). Ainsi, l'entreprise se définit des objectifs qui permettent

de garantir la performance et de piloter ces systèmes pour les atteindre. Cette section présente l'état de l'art sous l'angle de l'expression de la performance, principalement au moyen des indicateurs regroupés dans des systèmes de gestion de performances, SMP ou systèmes d'indicateurs de performance. De nombreux travaux traitent des problématiques liées à la conception, à l'exploitation et à l'évolution de ces systèmes. Ils se démarquent du contrôle de gestion par la volonté de prendre en compte une performance multicritères basée sur plusieurs niveaux de dépendance en s'appuyant sur un modèle fonctionnel et hiérarchique de l'entreprise.

Les premières contributions remontent aux années 70. Les indicateurs de performance sont alors déployés dans un raisonnement de contrôle et de vérification à posteriori, fondé sur le ROI, comparant des coûts et des quantités (Chandler, 1977). La pyramide de Dupont propose un SIP qui se concrétise au travers d'un TB en affichant des indicateurs financiers de charges et de recettes (Johnson, 1975) qui « mesure la performance de toutes les fonctions de l'entreprise en termes financiers puis les agrège progressivement en calculant le ROI » (Chandler, 1977). Durant cette période, la performance globale s'exprimait comme la somme des performances locales. On pensait alors qu'il suffisait d'optimiser les productions locales distinctes pour optimiser la performance globale, car les bénéfices accomplis sur un poste n'aurait alors pas d'effet sur les autres postes (Dupont, 1998).

En 1985, S. Globerson (Globerson, 1985) présente un système d'indicateurs de performance (SIP) d'agrégation globale qui met l'emphase sur l'aspect multidimensionnel de la performance qui détermine une valeur en établissant la moyenne pondérée des indicateurs stratégiques. Le poids de ces derniers étant fixé deux à deux à partir d'une matrice de comparaison. Dixon propose en 1989 le « Performance Measurement Questionnaire » qui détermine les secteurs d'améliorations de l'organisation en offrant des indicateurs de performance établis dans une approche hiérarchique (Dixon, Nanni et Vollmann, 1990). Le modèle « System Measurement Analysis and Reporting Technique » (SMART), fondé sur une approche multicritère qui hiérarchise la stratégie organisationnelle selon quatre niveaux décisionnels selon des critères mesurables dans un modèle de « pyramide de la

performance » (Cross et Lynch, 1988-1989). Les objectifs sont décomposés en fonction de ces critères, du plus haut vers le plus bas niveau, et les indicateurs sont intégrés du plus bas vers le plus haut niveau. Keegan (Keegan, Eiler et Jones, 1989) propose la « Performance matrix » dont le but est de classifier les indicateurs selon deux perspectives : externes ou internes, financiers ou non. On équilibre ensuite la performance entre ces perspectives en mettant en évidence sans les expliciter les liens de coordination existant entre eux. Fitzgerald (Fitzgerald *et al.*, 1991) présente une structure qui différencie les critères génériques exposés par des indicateurs de résultat évaluant la mesure de la performance organisationnelle ainsi que des indicateurs de processus représentant la performance des déterminants issus de la performance organisationnelle.

Les premiers cadres globaux de performance, présentés comme des SIP, sont apparus au commencement des années 90. Ces travaux portaient autant sur les démarches de déploiement d'indicateurs que sur la représentation de la performance à partir de ces derniers. Nous avons conservé une dizaine de propositions qui nous apparaissaient les plus significatives. Ces propositions reprennent le modèle d'indicateur de l'approche Activity Based Costing-Activity Based Management (ABC/ABM). Elles sont présentées de manière synthèse en ordre chronologique dans le tableau-A VII-1 de l'annexe VII, où elles sont ensuite exposées de façon détaillée, sauf indication.

#### **2.4.7 Les systèmes de mesure de la performance (SMP)**

Nous examinons maintenant les techniques consolidées candidates pour l'obtention de valeurs de performance proposées dans la littérature. Certaines de ces approches sont intégrées dans les systèmes de mesure de la performance des organisations. Voir en annexe VIII pour les approches et les algorithmes connexes.

1. L'approche de la « pyramide de performance » (Barr, 1998) utilise une carte de forme pyramidale pour comprendre et définir les objectifs pertinents et les mesures pour chaque

niveau de l'organisation de l'entreprise. Quatre niveaux sont identifiés dans le modèle : entreprise, noyau des processus d'affaires, département et équipe de travail, individus.

2. L'approche du « prisme de performance » (Bloomfield, 2002) développé conjointement par « Accenture et Cranfield School of Management (UK) », permet à deux groupes d'intervenants (les investisseurs et les clients) et cinq groupes (employés, fournisseurs, intermédiaires, régulateurs et la communauté) de gérer dans un système de performance à trois dimensions sous la forme d'un prisme à cinq facettes. Cette approche se situe à mi-chemin entre les approches à chaînes de valeurs comme le EFQM et le BSC.
3. Le « General framework for performance measurement » (GFPM) (Ibáñez, 1998) développé par Rouse, Putterill et Ryan à l'université de Auckland utilise un modèle de performance Data Envelopment Analysis pour représenter graphiquement par une pyramide 3D ayant une base carrée où chacune des faces correspond aux quatre perspectives du BSC. Les mesures sont liées aux facteurs critiques de succès et aux processus sous-jacents ou au pilote du coût.
4. Le modèle « multidimensionnel Quality factor & Economic, Social et Technic (QUEST) » (Buglione et Abran, 2001), avait été originalement construit pour mesurer la qualité et la performance des projets de TI, puis généralisé aux autres domaines. Le modèle propose une représentation géométrique de la performance avec un certain nombre de dimensions correspondant aux points de vue considérés. Ce nombre de points de vue peut varier dépendamment des choix pris en compte dans le SMP. Ce modèle ouvert fournit donc une structure noyau qui peut être populee avec les critères spécifiés dans n'importe quel projet sur la base des objectifs de gestion. Dans le modèle de qualité QUEST initial, le but fondamental de la coquille structure est d'exprimer la performance comme combinaison des mesures spécifiques ou d'un ensemble de mesures sélectionnées pour chacune des dimensions spécifiques. Ces valeurs peuvent être dérivées des mesures basées sur les instruments de productivité et des mesures de perception de la qualité.

Le tableau 2.18 présente une comparaison entre ces diverses approches de mesures de performances et le BSC.

Tableau 2.18 Comparaison des approches de mesures de performances et le BSC

Référence	Perspective considérée	Modèle /type	Dimension générée	Dimension principale respectée	Valeur de performance pour chaque perspective	Consolidation des valeurs de performance
<b>Pyramide de performance</b>	Affaires. Processus, noyau. Départements et équipe de travail, individu.	Fermé	N/A (Carte)	N/A	N/A	N/A
<b>Prisme de performance</b>	Satisfaction des intervenants. Stratégies, processus, capacité. Contribution intervenant	Fermé	G3	N/A	Oui	Oui
<b>GFPM</b>	Utilise les quatre perspectives.	Fermé	N/A (Carte)	N/A	Oui	Oui
<b>QEST</b>	Économique, social, technique.	Ouvert	G3	Oui	Oui	Oui
<b>QESTnd</b>	Selon le nombre considéré.	Ouvert	Gn	Oui	Oui	Oui

#### 2.4.8 Système de gestion stratégique (SGS)

Au cours des années plusieurs cadres ont été développés pour solutionner les problématiques entourant les divers aspects de la gestion de la stratégie d'une organisation. Les trois principaux sont le BSC (Kaplan et Norton, 2001), l'IAM (Sveiby, 1997) et le « Skandia Navigator ». Nous présenterons succinctement les différentes approches (tableau 2.20) et nous consacrons une section entière au BSC vu son importance pour nos travaux. Quel que soit le système de gestion stratégique (SGS) retenu par la SIO, il devra répondre aux diverses facettes de la problématique clé de l'organisation en fournissant les éléments présentés dans le tableau 2.19.

Tableau 2.19 Éléments fournis par le système de gestion stratégique (SGS)

	<b>Description</b>
1	Des moyens de s'assurer d'aligner la stratégie, les opérations et les individus vers la vision de l'organisation.
2	Des mécanismes pour s'assurer de garder l'emphase.
3	Un ensemble de mesures balancées et ciblées sur les résultats et les processus.
4	Des communications interactives.
5	Des justifications pour les investissements dans l'AC.

Le BSC (Kaplan et Norton, 2001) est un SGS basé le postulat que la mesure de la performance doit considérer les actifs intangibles et les biens immatériels en plus des critères comptables et financiers. Sa famille inclut le tableau de bord systémique, qui étend les axes du BSC vers une approche systémique profonde de mesures, et la carte stratégique de Kaplan et Norton, qui est un diagramme qui tente de représenter les relations causales entre les objectifs stratégiques. L'Intangible Asset Monitor (IAM) (Sveiby, 1997) prend en compte les actifs incorporels par des indicateurs et classe les éléments intangibles dans une feuille d'équité composée de quatre catégories et de trois domaines. Le Skandia navigator (Ibáñez, 1998; SQI, 2000) représente une collection de mesures d'éléments intangibles divisée en cinq perspectives dont les domaines visualisent le processus de création de la valeur. Le Prisme de performance est un cadre de référence de mesures de performance et de gestion tentant d'offrir une image très nette des besoins des décideurs. Le Balancing Multiple Perspectives (BMP) (Buglione et Abran, 2005) assiste les gestionnaires dans le choix des bons indicateurs en explicitant les interactions au travers de plusieurs dimensions d'analyse. Ces approches de la gestion de la stratégie sont présentées plus en détails dans l'Annexe VII.

### **Comparaison des divers systèmes de gestion stratégiques (SGS)**

Il y a plusieurs similarités entre ces divers cadres. Ils ont tous comme argument que les mesures financières doivent être complétées par des indicateurs non financiers. Tous défendent la position que les ratios et les indicateurs doivent être appliqués au niveau

opérationnel et au niveau stratégique de la firme. De plus, ils doivent être liés par des relations de cause à effet qui ne sont pas ou peu définies dans les approches. Ils définissent généralement des groupes d'indicateurs appelés perspectives dont un est tangible et basé sur les aspects financiers et dont les autres évaluent des aspects intangibles. Dans ces approches, le changement est le principal aspect à mesurer. Le tableau 2.21 présente une comparaison des divers SGS (le BSC est présenté plus loin).

Tableau 2.20 Comparaison des systèmes de gestion stratégique (SGS)

Actifs	Famille BSC	IAM	SN	ESI BITS	AIS BSC
<b>Actifs tangibles</b>	Perspective financière.	Valeur tangible de « netbook ».	Équité des « shareholders ».	Perspective financière.	Financière.
<b>Actifs intangibles</b>	Perspective des processus internes.	Structure interne.	Capital organisationnel.	Perspective des processus internes.	Processus interne.
	Perspective client.	Structure externe.	Capital client.	Perspective client.	Client.
	Perspective de croissance et d'apprentissage.	Compétence individuelle.	Capital humain.	Perspective infrastructure et innovation.	Apprentis-sage croissance.
				Personne.	Employé.

### Les objectifs visés par les infrastructures

Les objectifs recherchés par les créateurs du BSC et adaptés par nous pour les autres infrastructures sont présentés dans le tableau 2.22 (Sutherland, 2001). Les divers concepts rattachés au SGS sont présentés en détails dans l'annexe VII.

Tableau 2.21 Objectifs visés par les systèmes de gestion stratégique (SGS)

Objectifs	BSC	IAM	SN
Offre un cadre structuré d'élaboration et de mise en place de la stratégie.	+ ou -	+ ou -	+ ou -
Lier la stratégie à la mission et à la vision de l'entreprise.	Oui	Non	Non
Réunir dans un même modèle les concepts de :	Non	Oui	Non
<ul style="list-style-type: none"> <li>la gestion de la qualité totale (EFQM, Baldrige),</li> <li>l'approche processus (ISO 9001, CMMI, Spice, etc.),</li> <li>les démarches d'amélioration (Kaizen, Hoshin),</li> <li>les approches d'AC (Supply Chain, 6σ, Lean).</li> </ul>			
Créer et mettre en œuvre des mesures de performance.	Oui	Oui	Oui
Déployer dans l'ensemble de l'entreprise des mesures de performance, des initiatives et des actions orientées sur la stratégie.	Oui	+ ou	+ ou
Renseigner sur l'évolution des objectifs stratégiques.	Non	Non	Non
Avoir recourt à un outil de gestion de la performance.	Non	Non	Non
Établir la causalité entre les diverses perspectives dans une vision à court, moyen et long terme.	Non	Oui	Oui

### Justification du système de gestion stratégique (SGS) retenu

Le domaine de la mesure de performance d'entreprise et de la gestion de la stratégie est un domaine important de la gestion. Il est un secteur important de recherche tant dans l'industrie que dans le secteur académique. Une analyse de la littérature par Marr et Schiuma (Marr et Schiuma, 2001) portant sur la période de 1990 et 2002 montre la distribution fortement asymétrique du référencement aux articles de recherche du domaine. Un nombre relativement petit d'articles semblent significatifs dans le domaine. Dans les 1,133 articles publiés sur le sujet en 2002, la majorité des articles ne sont cités qu'une seule fois en 2002 et seulement 26 (6%) ont été référencés plus d'une fois (20 en 2000, 18 en 1998). Dans les trois années le livre de Kaplan et Norton 1996 « Translating strategy into action » (Kaplan et Norton, 1996) ainsi que l'article d'introduction du BSC en 1992 est la référence la plus citée. La troisième référence la plus citée est le « Performance Measurement –Why, what and How » de Handy Neely (Neely, 1999). Cette troisième place est partagée par Kaplan et Norton avec l'article paru dans le Harvard Business review « Using the balanced scorecard as a strategic management system ». En 2002 Kaplan et Norton dominent les cinq premières places. Ils partagent cette place avec l'article « The performance prism perspective » de Neely et Adam

(Neely et Adams, 2001). De plus 60% des articles examinés portaient sur des sujets liés au BSC. Des recherches suggèrent que 60 % des entreprises du fortune1000 ont expérimenté le BSC (Lev, 2001; Silk, 1998). Cette analyse démontre clairement que le concept BSC a eu le plus grand impact dans le domaine.

Selon Abran et Buglione et plusieurs autres auteurs (Buglione et Abran, 2000; Leibold, 2002), la comparaison de ces divers cadres nous permet de conclure que le BSC a une plus large pénétration du marché et offre de meilleures performances à plusieurs niveaux. Il peut s'agir du niveau de l'ensemble de l'organisationnel, des unités organisationnelles, des individus ou des autres modèles. De plus, le nombre de perspectives n'est pas immuable et pas impératif au modèle. La capture d'un élément clé du déploiement de la stratégie donnant une perspective additionnelle est envisageable. Nous avons donc décidé de consacrer une partie plus importante de notre état de l'art à ce sujet.

### **Mise en place dans les organisations**

L'approche de Kaplan et Norton de la gestion et du contrôle de la stratégie a induit un grand nombre d'applications, de génération de pensées et d'idées relatives au BSC dans les organisations (Ax et Bjornenak, 2005; Batra, 2006; Blundell, Sayers et Shanhan, 2003). Cette influence est basée sur les efforts de combiner des mesures financières et non-financières à différents niveaux de l'organisation, ainsi que le besoin de rendre la stratégie et l'apprentissage de la création de valeur disponible à tous les membres de l'organisation. Lors de la création du BSC, ses inventeurs ont utilisé une argumentation persuasive et adaptée à leur auditoire (Norrekliit, 2003). Cette approche combinée avec des relations crédibles de causes à effets parmi les quatre perspectives a contribué à la diffusion rapide du BSC.

Les expériences d'implémentation et d'utilisation du BSC dans des entreprises publiques et privées ont été présentées dans de nombreuses études. Les résultats diffèrent en termes de succès et d'échecs, mais les résultats de succès demeurent prédominants (Mooraja, Oyona et Hostettler, 1999). (Chen et Chen, 2004) fournissent la liste de facilitateurs de succès

suivante : des gestionnaires d'entreprise convaincus de l'initiative, une participation des employés, une culture de l'excellence dans la performance, l'apprentissage et la formation, garder la facilité d'utilisation du BSC, clarté de la vision, stratégie et objectifs, liens avec les contraintes et les ressources pour mettre en place le BSC. Des listes similaires de requis de mise en place sont également fournies par d'autres auteurs (Davig, Elbert et Brown, 2004; McCunn, 1998; Olve, Roy et Wetter, 1999).

Il y a aussi beaucoup d'articles qui analysent le BSC d'une perspective moins affirmative (Epstein et Manzoni, 1998; Marr et Adams, 2004; Norreklit, 2003). Cela indique qu'il y a une grande partie des processus d'implémentation qui paraissent s'égarter. Selon un rapport de KPMG, cité par McCunn (McCunn, 1998), plus de 70% des mises en place de BSC se soldent par des échecs qui sont peut-être dus à un manque des SI, d'une gestion inadéquate de la part des responsables de l'entreprise et/ou d'une gestion trop focalisée sur les problèmes à court terme (Chen et Chen, 2004). Kald et Nilsson (Kald et Nilsson, 2000) affirment que l'utilisation pratique du BSC dans les organisations sert principalement à aider la prise de décision stratégique ou opérationnelle. Cependant, les mesures de performance montrent beaucoup de faiblesses et tendent à se concentrer sur le court terme car elles se concentrent sur l'aspect financier et elles doivent tenir compte de trop d'informations.

Une étude (Papalexandrisa *et al.*, 2005) nous apparaît particulièrement intéressante. Elle se concentre sur la mise en place d'un BSC dans une compagnie de développement de logiciels. Cette compagnie, en tant qu'acteur global, souhaitait utiliser le BSC comme un moyen de changer et d'atteindre ses buts stratégiques. La procédure de développement du BSC était répartie entre les différentes divisions de l'entreprise de manière à respecter tous les souhaits des employés et des chefs de projets. Cela a mené à des tensions entre les divisions et un retard important dans la mise en place du BSC. L'expérience a également montré qu'après un an d'utilisation du BSC, les mesures sélectionnées, dont ils pensaient qu'elles avaient une forte corrélation entre elles, ont échoué dans l'importance dans laquelle elles se sont influencées les unes les autres par rapport à ce qui avait été anticipé. Les mesures ont été modifiées, ce qui a provoqué un débat sur le fait de savoir si les mesures supportaient

réellement la stratégie ou si elles montraient simplement ce que les gestionnaires voulaient indépendamment de la stratégie.

Les articles originaux de Kaplan et Norton (Kaplan et Norton, 1992) (Kaplan et Norton, 1993) (Kaplan et Norton, 1996) avaient pour cible principale les grandes entreprises. Dans ces articles les utilisateurs mentionnés sont des banques et des firmes de technologies de grande taille, tandis que les organisations du secteur public et les PME ne sont pas citées. Les PME ne semblent pas être négligées seulement par Kaplan et Norton, mais aussi par les autres auteurs. La littérature montre qu'il y a eu peu de contributions directement liées à ce type d'entreprises (Anderson et Lawrie, 2002; Hudson, Smart et Bourne, 2001; Tennant et Tanoren, 2005). La plupart de ces articles suggèrent qu'il existe un potentiel pour le BSC dans les PME, mais il doit être modifié, autant dans sa forme que dans sa mise en place (Elefalk, 2001; McAdam, 2000) en fournissant des services différents (Tennant et Tanoren, 2005). On conclut que le BSC est utilisable mais qu'il a certaines déficiences, vu que les PME ont un alignement différent par rapport aux grandes entreprises. En effet, ces dernières peuvent planifier à long terme alors que les premières sont plus obligées de travailler au jour le jour.

Il y a donc consensus sur le fait qu'un modèle uniforme n'est pas adéquat pour toutes les organisations (IOMA, 2005). Beaucoup de gestionnaires mettent en place seulement une partie du modèle, d'autres questionnent la pertinence d'utiliser directement le modèle de Kaplan et Norton et préfèrent mettre en place un modèle propre à l'entreprise qui soit basé sur des idées empruntées à d'autres sources (Bukh et Malmi, 2005; Elefalk, 2001; Johanson, Martensson et Skoog, 2001; Käll, 2005).

Johanson, Martensson et Skoog (Johanson, Martensson et Skoog, 2001) ont étudié le développement de systèmes et des processus de contrôle de gestion dans neuf grandes compagnies suédoises. Ils ont constaté que l'évolution du modèle du BSC a été gênée par une mauvaise situation financière dans chacune des entreprises. Pour saisir l'importance des ressources intangibles dans le processus de création de valeur et pour mobiliser et attirer

l'attention des gestionnaires des plus bas niveaux, il est important de développer le système de contrôle de gestion et les processus de support associés au SGS. Cependant, cela contredit ce qui a été proposé par Johanson (Johanson, Martensson et Skoog, 2001) qui souligne que si le BSC est mis en place comme il est décrit, cela risque de mener à un système de planification central dysfonctionnel qui va échouer dans la stimulation de l'apprentissage.

Plusieurs auteurs relatent des adoptions flexibles du BSC (Aidemark, 2001; Elefalk, 2001; Speckbacher, Bischof et Pfeiffer, 2003). Dans une étude allemande de 174 entreprises cotées en bourse, 26% ont admis utiliser le BSC (Speckbacher, Bischof et Pfeiffer, 2003). Cependant, la plupart de ces entreprises ont utilisé une version limitée et un tiers de celles-ci n'avaient pas de perspective d'apprentissage ou de croissance. La moitié d'entre elles avait formulé des relations de cause à effet entre différents objectifs et mesures. Les grandes entreprises ont plus tendance à adopter le BSC, mais des mesures agrégées de l'entreprise sont considérées comme moins utiles que les mesures au niveau de l'unité. Selon Aidemark (Aidemark, 2001), c'est la nature flexible du BSC qui fait que les entreprises se l'approprient facilement. Dans cette même optique, Modell (Modell, 2005) juge qu'une adaptation réussie du BSC est une affaire de flexibilité, de créativité et d'ajustement. D'ailleurs, les mises en place les plus réussies ont été hautement flexibles comparées à la proposition originale (Kaplan et Norton, 1992). Cela amène des considérations quant à la véritable existence d'un standard utile de BSC et la nécessité d'une uniformisation du modèle. La majorité des ces recherches sont basées sur des études de cas. On ne retrouve dans la littérature aucune recherche empirique à large échelle. Une autre lacune importante dans le BSC est le manque d'information sur les fondements théoriques du BSC. Malgré sa popularité, très peu d'entreprises sont en mesure aujourd'hui de quantifier ses bénéfices, risquant alors d'investir temps et argent dans des résultats non quantifiables.

## **Le BSC dans le contexte des TI**

Le succès des BSC en tant qu'infrastructure de mesures dans divers domaines d'affaire a conduit à quelques tentatives pour sa mise en place dans le monde des TI. Les outils

résultants, proposés à la communauté du génie logiciel, mettent autant l'emphase sur l'infrastructure que sur le contenu que sont les mesures et les indicateurs requis pour remplir les cadres. L'évaluation des fonctions des TI demeure toutefois un défi : les mesures financières bien connues et citées précédemment ont démontré leur inaptitude à expliquer les décisions d'investissement dans les TI (Brynjolfsson, 1993). Dans cette démarche, il est crucial de comprendre comment les buts organisationnels et stratégiques sont atteints et comment ils contribuent à ces buts. Un élément d'amélioration suggéré par plusieurs auteurs est d'introduire des dimensions ou des perspectives additionnelles (Epstein et Manzoni, 1997; Ferguson *et al.*, 1999; Grembergen et Bruggen, 1997). Quelques organisations ont expérimenté l'utilisation du BSC pour obtenir de meilleurs résultats et comme approche à l'amélioration des processus entourant le logiciel. Les modèles ne sont pas un but en soi mais seulement des éléments de la stratégie globale de l'entreprise. Il existe déjà quelques expérimentations pour construire un TI scorecard pour les organisations qui développent du logiciel de type SIO tel que :

- le BSC de « Advanced Information Service » (Ferguson *et al.*, 1999) considère aussi la perspective employée en plus des cinq perspectives;
- le « Balanced IT Scorecard » (BITS) (Ibáñez, 1998; Reo, Quintano et Buglione, 1999; Reo, Quintano et Ibanez, 1999) proposé par l'European Software Institute fournit une nouvelle version des quatre perspectives originales du BSC et ajoute la perspective des personnes. L'expérience et la connaissance des personnes impliquées dans le développement représentent une partie fondamentale et ne doivent pas être reléguées au niveau de l'infrastructure. Elle comprend une approche pour gérer de manière quantitative les PAC et valider leurs effets sur les objectifs dans les SIO.

### **Avantages, inconvénients et lacunes du BSC**

Nous présenterons, sous la forme de deux tableaux, les avantages (tableau 2.23) et les inconvénients (tableau 2.24) généralement reconnus dans la littérature aux SGS et au BSC en

particulier. Nous dresserons ensuite une liste des diverses lacunes et problématiques soulevées par le BSC en tant qu'outil de gestion et de contrôle de la stratégie. On peut grouper les problématiques en quatre thèmes : mise en place et mobilisation, taille et type d'organisation, dimension temporelle et diverses logiques organisationnelles.

L'analyse du tableau 2.23 nous montre que le BSC suit une logique de recherche et de pratique mesurable d'efficacité qui permet aux organisations de réagir aux changements en intégrant de manière efficace des PAC et en ajustant les processus d'affaire sur une stratégie définie. Par contre, lorsqu'il est appliqué à l'économie d'innovation, comme les SIO, le BSC affiche quelques limites significatives en ce qui concerne l'intégration de la nouveauté, la rapidité de changement et la prise en compte de l'environnement d'entreprise en réseau pouvant causer un impact significatif sur l'entreprise et ses actionnaires (Saulpic et Ponssard, 2008). Ces inconvénients peuvent créer des risques importants pour la survie de l'entreprise dans l'économie d'innovation. La plupart des problèmes évoqués dans les articles sur les expériences de l'application du BSC sont généraux au domaine de la gestion stratégique, du contrôle et du changement. Mettre en place un modèle de contrôle de gestion et s'assurer que cette évolution soit durable (tableau 2.24) est une tâche à long terme (Epstein et Manzoni, 1998; Johanson, Martensson et Skoog, 2001; Skoog, 2003). On attend souvent du BSC qu'il résolve les problèmes de pertinence associés à la gestion de la comptabilité et aux pratiques de contrôle, il n'est toujours pas certain qu'il réponde aux manques liés à l'augmentation de l'abstraction de l'entreprise, la mauvaise vue d'ensemble, l'orientation fiduciaire, la sur-simplification et le manque de focus sur les ressources intangibles. La mise en place et l'utilisation du BSC semble être un acte d'équilibrage entre des intérêts conflictuels.

Tableau 2.22 Avantages de l'approche du BSC

<b>1- Une plus grande égalité entre les vues de gestion dans l'organisation.</b>
Permet la remise en cause de la primauté des mesures financières (manques de pertinence, l'insuffisance de vue d'ensemble et un trop haut niveau d'abstraction), en les complétant par des indicateurs selon diverses perspectives, notamment pour les SIO, organisations à fort CI.
<b>2- Une communication plus claire du plan stratégique organisationnel.</b>
Les plans stratégiques ressemblent souvent davantage à des énoncés, des intuitions ou à des fresques inachevées, difficiles à communiquer, plutôt qu'à des plans d'action. La structure plus contraignante du BSC force les gestionnaires à formuler un plan clair et structuré qui a la qualité d'être probablement mis en œuvre en facilitant l'appropriation et en permettant sa communication.
<b>3- L'ajout d'un outil de génération de valeur par les variables d'action/résultat.</b>
L'intelligibilité du développement de valeur est un ajout important du BSC. De plus, la représentation des relations entre les variables d'actions et de résultat permet de déceler les sources d'améliorations significatives et d'en imputer les gestionnaires.
<b>4- L'ajout d'un processus plus efficace de sélection des informations.</b>
Ne donne pas d'informations entières sur la marche de l'entreprise, mais a l'avantage de se focaliser sur le suivi des points clés de gestion. Il est un outil pour choisir les informations utiles permettant au gestionnaire de piloter la mise en œuvre des choix stratégiques.
<b>5- Facilite la mise en place d'instruments modernes de gestion.</b>
Tels que la direction par objectifs, la gestion de la qualité totale, etc.
<b>6- Des choix d'indicateurs orientés par la stratégie.</b>
L'usage d'indicateurs inscrits dans le cadre stratégique garantit que les décisions esquivent les effets contre-productifs.
<b>7- Centre l'entreprise sur quelques éléments clés pour améliorer la performance.</b>
La définition d'un groupe limité d'indicateurs décrivant la stratégie au niveau le plus élevé puis sa ventilation aux couches inférieures, permet l'utilisation d'un minimum d'efforts pour la gestion de la stratégie de l'organisation.
<b>8- Aide à intégrer les divers programmes d'entreprise.</b>
Pour mettre en place, juger de l'impact et de la concordance des PAC avec la stratégie dans les initiatives du « scorecard ».
<b>9- Permet de décomposer les mesures stratégiques à des niveaux inférieurs.</b>
De sorte que les directeurs de départements, les chefs de services et employés puissent voir quelles sont les exigences à leur niveau pour atteindre la performance attendue.

Tableau 2.23 Inconvénients de l'approche du BSC

<b>1- Le BSC est un outil de mesure relativement rigide.</b>
Il tend à forcer la définition des indicateurs vers une des perspectives principales. Il limite alors la vision de l'entreprise car il laisse peu de place pour les perspectives croisées qui pourraient simultanément avoir un impact. Ceux qui ne s'ajustent pas où qui ne peuvent pas être catégorisés dans l'une des quatre dimensions sont en danger d'être négligés.
<b>2- Le BSC pourrait augmenter les préjugés des gestionnaires.</b>
En leur permettant de voir et mesurer seulement ce qu'ils veulent et en ignorant la nature changeante de l'environnement de travail dynamique actuel. Une piste de solution repose sur la co-évaluation en collaboration avec les autres. Elle pourra bénéficier du changement, des nouveaux développements en exploitant l'énergie du système en tant que synergies collaboratives d'innovation en modifiant activement l'environnement.
<b>3- Le BSC crée un statisme.</b>
Il tend à résister aux défis imposés par un haut niveau de compétitivité et les changements dans le contexte actuel des SIO. Une implémentation optimale de la stratégie centralisée permet d'aligner toutes les activités sur l'atteinte des buts et conduira à un haut niveau d'uniformité et une orientation forte vers les buts maximisant la focalisation, limitant ainsi la portée des activités et des initiatives qui pourraient aller au-delà des cibles initiales. De ce statisme résulte un grand montant d'énergie qui n'est pas utilisé car le potentiel est centré vers la réalisation d'un objectif défini par le BSC, le reste est inutilisé.
<b>4- La connectivité externe innovante d'une organisation est entravée par le BSC.</b>
Il est un instrument interne qui atteint une limite dans sa capacité à expliquer l'environnement externe et les liens avec le système réalisant ainsi une focalisation systématique sur une organisation seule dans une isolation relative en confrontation dans ses relations avec les fournisseurs. Il ignore les besoins d'une économie d'innovation interreliée, dans laquelle les compagnies co-évoluent et où la compétition entraîne en partie la coopération.
<b>5- l'usage du BSC entraîne une sous-estimation de l'impact de l'innovation.</b>
Le BSC suit une logique traditionnelle d'innovation basée sur les approches utilisées dans les laboratoires internes de recherche et développement. Il était un instrument très efficace pour innover et empêcher les concurrents d'entrer sur le marché en travaillant sur l'innovation du début à la fin du cycle produit, gardant secret leurs travaux à l'environnement extérieur (concurrents). L'innovation, facteur clé du CI, est vue et catégorisée dans la perspective « processus interne » qui apparaît comme étant un processus de routine plutôt qu'une tentative de créativité d'employés compétents. Le BSC faisant presque abstraction de la promotion de l'innovation dynamique provenant de sources extérieures.
<b>6- Le BSC limite la création de la connaissance, l'apprentissage et la croissance.</b>
La conséquence de la vue mécanique des employés par le BSC, est que les difficultés de gestion de ces aspects de la vie organisationnelle sont sous-estimées (Bontis <i>et al.</i> , 1999; Waal, Kourtit et Nijkamp, 2009). Le BSC faisant presque abstraction de la création de la connaissance au travers de la compagnie.
<b>7- Le BSC est fondé sur une façon de penser mécanique et linéaire.</b>
Il est mieux adapté à des compagnies dotées d'une structure bureaucratique et hiérarchique, dans lesquelles les responsabilités du travail sont très clairement définies et où les déviations des standards et des processus sont considérées comme des problèmes de nature temporaire. Cependant, dans une compagnie conduite par la connaissance, comme les SIO, les simples relations linéaires de cause à effet du BSC ne sont plus suffisantes pour comprendre les relations complexes (Kourtit et Waal, 2009; Neely, Kennerley et Martinez, 2004).

Tableau 2.24 Problèmes liés au BSC

<b>Pas d'approche ou de mécanismes pour :</b>	
<b>1- Définir une vue équilibrée entre les perspectives.</b>	<p>Pour qu'une organisation soit bien gérée il doit y avoir équilibre entre les divers éléments : les perspectives, les mesures financières ou non, les perspectives à court et à long terme. Mais aucun auteur ne spécifie ce qu'est l'équilibre et comment l'atteindre. L'équilibre ne veut pas dire que les quatre perspectives doivent être aussi importantes les unes que les autres. Aucune organisation ne peut atteindre un équilibre complet dans son processus de contrôle de gestion. On peut seulement prétendre que promouvoir la connectivité (clarification des relations de cause à effet), la régularité (fréquence des mesures, présentation des résultats) et la stabilité dans les limites du processus de contrôle d'un système peut favoriser un niveau respectable d'équilibre (Skoog, 2003).</p>
<b>2- Permettre à chacun de savoir la contribution des activités individuelles.</b>	<p>Un processus efficace de formation d'une gestion stratégique demande un cadre de référence commun qui communique la stratégie globale et permet à chaque participant de voir comment leurs activités individuelles y contribuent. Le BSC est supposé représenter cette vision stratégique partagée tout en étant un instrument de création de compromis utilisant la mesure comme un langage traduisant des concepts complexes en des indicateurs « précis » liant les efforts et les réalisations individuels aux objectifs des unités organisationnelles.</p>
<b>3- On ne peut forcer les personnes d'un groupe à participer.</b> (Kaplan et Norton, 2001) (Kaplan et Norton, 2004) (Kaplan et Norton, 1996)	<p>Le dilemme est qu'un modèle doit être mis en place, mais que l'idée même de ce processus est une barrière pour l'entreprise car le modèle a besoin d'être vendu ou trop souvent imposé aux employés (Brunsson et Olsen, 1998). Cependant, cette approche ne rime pas avec une invitation ouverte à la participation où les différentes voix sont traitées de manière égalitaire car l'idée derrière le BSC est un produit permettant la gestion de l'entreprise par les patrons.</p>
<b>4- Il n'existe pas de disposition pour réaliser la consolidation quantitative.</b>	<p>De façon à prendre en compte la participation de chacune des perspectives dans l'ensemble car les liens logiques basés sur la relation causale sont décrits de manière textuelle. Cette situation entraîne que l'évaluation est faite de manière subjective. Il n'existe pas non plus de consolidation pour prendre en compte la participation de ces divers indicateurs à la perspective globale de la SIO. Il ne fournit aucune approche pour consolider ces indicateurs dans des valeurs permettant d'évaluer la situation, la valeur ou l'évolution de l'organisation. Il n'offre d'ailleurs pas plus de mécanismes pour la consolidation des valeurs des indicateurs entre les divers niveaux, ni pour permettre de juger de l'impact des variations d'un indicateur lié à un objectif en rapport au succès ou à l'échec d'une perspective ou à l'ensemble de l'organisation représentant les divers objectifs de la stratégie d'affaires.</p>
<b>5- La mesure des performances n'est pas cohérente avec les besoins des divers acteurs.</b>	<p>Dans le contexte réel, le gestionnaire perçoit le BSC comme un SMP qui met l'emphase sur la planification stratégique et les besoins des actionnaires. Les mesures sont alors fonctions des contrats négociés avec ces derniers. Il supervise prioritairement cette relation (Atkinson, 2004).</p>
<b>6- L'étude des indicateurs demeure largement négligée.</b>	<p>Ce problème rend la gestion d'un BSC difficile à opérationnaliser dans des environnements spécifiques, tels que le contexte des SIO. Un sujet clé qui doit être examiné pour les SIO est la mesure stratégique et tactique elle-même. Malgré que des efforts importants aient été apportés aux aspects structurels, l'étude des indicateurs demeure largement négligée.</p>

Tableau 2.24 Problèmes liés au BSC (suite)

<b>7- Pas de modèle pour définir la vision, la mission et les buts versus les indicateurs.</b>
Ni pour représenter les liens qui les unissent. Aucun mécanisme ne permet de déterminer le lien direct quantitatif ou qualitatif entre la définition de la mission, de la vision et des objectifs globaux de l'organisation. Seuls les buts et les énoncés sont considérés comme des éléments structuraux dû à leur pertinence dans l'architecture du BSC, c'est-à-dire le lien et le choix du pilote pour ces buts.
<b>8- Mise à l'écart de la dimension temporelle.</b>
A part quelque exceptions (Quattrone et Hopper, 2005) (Bukh et Malmi, 2005; Quattrone et Hopper, 2006) la dimension temporelle est généralement mise à l'écart des discussions et des recherches sur le contrôle de la gestion stratégique. L'analyse des relations de cause à effet montre que le modèle est défectueux car il est basé sur de fausses estimations de la causalité qui ne considèrent qu'une dimension temporelle mesurant des activités différentes au même moment. Les échelles de temps des différentes zones du scorecard ne sont pas prises en compte (Norreklit, 2003). Bien que l'effet de certaines activités est presque immédiat, l'impact des autres ne sera reconnu que tardivement ou graduellement. Produire des mesures d'une manière régulière et systématisée permet de prendre en compte une partie minimale des trous temporels entre les différentes activités qui doivent être considérées même si elles sont mesurées au même moment (Bukh et Malmi, 2005; Skoog, 2003). Cependant ceci est insuffisant.
<b>9- Problème avec la mobilisation des employés.</b>
Le BSC est supposé générer de la productivité par un apprentissage amélioré, mais la motivation de l'apprentissage individuel est une pratique humaine libre, motivée et créative (Mouritsen et Johanson, 2005). Elle prend son origine dans l'expérience individuelle de l'intelligibilité qui sous-tend que le Monde peut être expliqué et expérimenté de manière non-chaotique, de l'appropriation du pouvoir qui regarde l'expérience individuelle d'avoir les ressources pour traiter avec succès des événements et du sens de la vie au travail perçu par l'individu (Antonovsky, 1987). Ces éléments ne peuvent pas être commandés, ni forcés par un processus descendant comme celui utilisé par le BSC ce qui induit un problème de gestion important (Mouritsen et Johanson, 2005). En effet l'Humain avec toutes ses sensibilités, doit être traité comme un élément à introduire dans le modèle. Andersen et Browne (Browne <i>et al.</i> , 1999) proposent un nouveau rôle pour le gestionnaire dans cette relation d'échange où il doit fournir à l'employé une possibilité de développement personnel grâce à des conditions flexibles et de délégation ce qui lui permettra en retour de montrer de la responsabilité, de la flexibilité, des initiatives et des résultats. Mais la question demeure : est-ce que le rassemblement des buts choisis et la collaboration, initiés par les gestionnaires de l'entreprise, encouragent la création de compétences et augmentent la productivité des employés.
<b>10- Identifier le processus de la mesure de performance comme étant bidirectionnel.</b>
L'expérience avec le BSC révèle que la conception de mesures de performance même si elle est difficile ne semble pas être le problème majeur malgré la tendance à se focaliser sur ce qui peut être facilement mesuré, d'ailleurs beaucoup d'efforts sont consacrés au développement des mesures (Johanson, Martensson et Skoog, 2001). Les indicateurs sont trop restreints car ils ont du mal à capturer les motivations (valeurs, croyances, peurs, rêves) et les processus liés aux extrants d'une entreprise donc à réussir à capturer la complexité (Townley, 2001). La difficulté principale est plutôt de sélectionner les mesures adéquates. Ce qui rend sa mise en place une réussite est l'équilibre difficile entre l'emphase mise sur le processus de contrôle et la compréhension et l'action (Johanson, Martensson et Skoog, 2001). Un risque est que le BSC tombe dans le piège de l'abstraction, comme les anciens outils qu'il essaie d'améliorer.
<b>11- Trop forte similarité avec une fragmentation Tayloriste. (Quattrone et Hopper, 2005)</b>
Le BSC peut promouvoir l'agenda de contrôle, l'application des normes et des règles plus détaillées au nom d'une approche de contrôle de la gestion holistique et équilibrée. En effet, l'écart psychologique et l'abstraction peuvent augmenter au détriment de la compréhension, de la coopération et du rassemblement autour des buts.

## 2.5 L'entreprise intelligente (EI)

Les SIO sont confrontées à la volatilité des préférences des clients et à l'évolution continue et rapide des technologies nécessaires pour répondre aux requis (Roure, 2008). Sa définition en termes de ce qu'elle est capable de faire peut offrir une base plus durable qu'une stratégie basée sur les besoins qu'elle tente de satisfaire. On présume que la capacité organisationnelle évolue lentement et incrémentalement à long terme. La stabilité des compétences permet d'aborder une variété de marchés évoluant dans le temps. Le changement est alors une chose normale parce que les stratégies basées sur les compétences visent une approche différente alors s'il y a compétition, ceci n'est pas central aux capacités. L'obligation pour les organisations d'assurer une saine gestion crée des besoins et des demandes diverses requérant de plus en plus de comportements intelligents nécessitant des connaissances et des capacités nouvelles. L'économie du savoir a conduit à des changements significatifs dans les lieux de travail (Wiig, 2000) et les changements à venir seront encore plus grands. Une entreprise intelligente (EI) est un système ouvert efficace, largement réparti, ayant de fortes interactions qui ne peuvent être ni contrôlées ni ignorées mais seulement influencées (Mezgar, 2006). Elle est dotée d'une structure de travail pilotée par des personnes utilisant volontairement et systématiquement les savoirs de l'ensemble des acteurs pour augmenter continuellement l'efficacité en consacrant des efforts importants à sa gestion. La plupart des acteurs sont d'accord qu'un tel comportement serait très bénéfique (Gravel, 2006).

Les SIO qui réussissent et qui sont reconnues comme reflétant un comportement intelligent sont celles possédant les caractéristiques de conservatisme financier, d'adaptabilité, d'implication sociale et de tolérance (Wiig, 2000) auxquelles nous ajouterons les éléments d'efficacité, de garantie et de réactivité pour s'assurer de sa bonne gestion (tableau-A VI-1 dans l'annexe VI). Lorsque l'entreprise dans son ensemble fait toujours la bonne chose, elle peut alors faire face au défi et fournir des services qui autrement ne pourraient être rendus. Il demeure qu'agir de manière intelligente dans toutes les situations reste un défi difficile, à atteindre et peu d'entreprises, s'il en existe, y arrivent. Cependant, c'est un but que toutes doivent s'efforcer de viser pour s'assurer de la qualité et de la fiabilité des livrables.

### 2.5.1 Type et avantages d'intelligence d'entreprise

Notre revue de littérature nous a permis de déterminer qu'il existe divers types d'intelligence d'entreprise (tableau 2.25), chacune ayant des traits caractéristiques qui sont directement liés à la définition de l'intelligence et des activités entourant la gestion de l'EI.

Tableau 2.25 Types d'intelligence d'entreprise

Type	Description
<b>Intelligence des connaissances</b>	groupe toutes les activités de la gestion des connaissances (GC) organisationnelle et porte sur la capitalisation des connaissances pour en tirer des avantages concurrentiels et stimuler l'innovation. Les trois volets de sa gestion sont capter, synthétiser et diffuser les bonnes informations à la bonne personne. Les acteurs devront avoir accès aux bases de savoirs et savoir-faire qui sont alimentées et valorisées par des mécanismes de retour d'expériences et d'identification des BP.
<b>Intelligence d'apprentissage</b>	est l'utilisation intentionnelle des processus d'apprentissage à tous les niveaux permettant de continuellement transformer l'organisation dans la direction qui satisfait le plus les acteurs stratégiques (Dixon, Nanni et Vollmann, 1990). Elle prend la forme d'un système incitant à l'apprentissage continu en milieu de travail. Elle est fondée sur l'AC introduite par des réflexions, des connaissances et des points de vue différents donnant la possibilité de prévoir, d'innover et de déterminer de façons plus adéquates de réaliser sa mission (Payette et Champagne, 1996).
<b>Intelligence collective</b>	est la capacité humaine de coopérer sur le plan intellectuel pour créer, innover et inventer (Huber, 1991). Elle forme aussi un domaine qui a pour objet l'étude de la coopération et de la collaboration intellectuelle humaine dans un « environnement techniquement augmenté » (Fukuyama, 2004).
<b>Intelligence économique</b>	a pour but de construire un avantage concurrentiel en ayant comme objectif principal de renforcer la compétitivité de l'entreprise en améliorant la prise de décision stratégique à travers une meilleure connaissance de son environnement externe. L'IE est une démarche de gestion de l'information et de la connaissance sur l'environnement externe de l'entreprise qui a pour principale mission : la veille, l'interprétation et l'action en vue d'acquérir un avantage concurrentiel. Elle s'inscrit donc dans un processus complexe de collecte, de traitement et de diffusion de l'information stratégique en vue de la création de nouvelles connaissances utiles pour la prise de décision (Prescott et Miller, 2001).
<b>Intelligence sociale</b>	Permet de bénéficier de l'intelligence d'autrui par la gestion des relations (interactions, communications, négociations) interpersonnels et des organisations en gérant un réseau de contacts. Les EI se basent sur le relationnel et cherchent des personnes capables de bien communiquer et d'entretenir de bonnes relations avec les clients. Elles savent motiver et orienter les personnels vers les objectifs fixés. Le capital social désigne la structure sociale existant par le réseau complexe des rapports formels et informels entre les employés (Adler et Kwon, 2000).
<b>Intelligence innovante</b>	Elle est une organisation où l'innovation, le partage des connaissances et l'accroissement de la productivité sont des activités courantes. Une EI surveille les tendances en se comparant avec d'autres organisations et complète ainsi son apprentissage auprès de sources extérieures.

## 2.5.2 Mise en place de l'entreprise intelligente (EI)

On retrouve dans la littérature plusieurs motifs pour investir les ressources nécessaires à la mise en place des processus essentiels à une EI justifiant ainsi les investissements et la priorité accordé à un tel effort (tableau-A VI-3 en annexe VI). Un élément essentiel pour que les opérations soient réalisées de manière intelligentes dans une entreprise est de déployé une philosophie de gestion basée sur la conjoncture que les personnes agiront de manière responsable lorsqu'on leur en donne la chance et lorsqu'elles comprennent que ceci est dans leur intérêt (Wiig, 2000). Elle doit permettre de changer la culture pour améliorer et nourrir de nouveaux comportements, notamment au travers de la mise en place de BP et d'incitatifs (Wiig, 2006). La littérature nous permet de déterminer quatre facteurs de succès (capacité, opportunité, permission, motivation) qui devront être pris en considération pour supporter la culture de l'EI (tableau-A VI-5 en annexe VI). Le succès de l'entreprise requiert donc que tous agissent intelligemment car l'implication des travailleurs dans l'ensemble de l'entreprise fait la différence entre une organisation hautement performante et une organisation chancelante. La littérature propose un modèle basé sur neuf principes (figure-A VI-2 en annexe VI), élaborés à partir de l'étude de centaines d'entreprises (Matheson et Matheson, 2007), selon lequel les valeurs et la culture sont mises en évidence comme des facteurs favorisant l'implantation de saines pratiques de gestion, contribuant à la performance et susceptible de faire connaître plus de succès dans l'adoption de BP.

En s'appuyant sur la philosophie de l'EI et sur la culture en émergeant, les gestionnaires peuvent développer et déployer une stratégie prenant en compte les besoins de l'EI reposant sur la compétence formé par le CI (OQLF, 2004). Lorsque les stratégies sont énoncées à partir des flux, des ressources et des capacités de l'organisation, elles peuvent être une base plus stable sur laquelle construire son identité mais l'acquisition des compétences est lente car elles sont fondées sur l'historique du développement des capacités nécessaires (OQLF, 2004). Notre revue de littérature montre que la gestion de l'EI est essentielle à l'organisation mais pour formaliser une stratégie à long terme opter pour une approche uniquement orientée vers les compétences ne fournit pas un fondement suffisant, (Hansen et Mouritsen, 2005;

Wiig, 2006). Dans ce contexte, les entreprises sont compétitives lorsqu'elles ont des capacités permettant de réaliser des livrables fortuits car les véritables sources d'avantages concurrentiels se trouvent dans la capacité de la direction à consolider dans toute l'organisation, les technologies et les compétences globales en compétences individuelles leur permettant de s'adapter vite à l'évolution et aux opportunités (OQLF, 2004).

Pour que les entreprises réalisent avec succès de manière constante de bons livrables, elles doivent effectuer des opérations de manière appuyée, efficace et poursuivre des performances soutenues sur de longue période de temps en maintenant une grande prise de conscience. Le succès requiert que tous agissent intelligemment dans l'ensemble du spectre des activités et à tous les niveaux. L'expertise doit être gérée de façon à permettre des améliorations significatives dans les performances des travailleurs. Le tableau-A VI-6 en annexe VI présente une synthèse des attitudes nécessaires aux personnes et aux entreprises pour agir intelligemment en fournissant une vision profonde sur l'innovation, la prise de décision et d'autres comportements cognitifs pertinents. L'emphase mise par l'entreprise sur ses employés qui ne devront pas se limiter seulement à la livraison des produits attendus associés directement à leurs fonctions mais à ce qu'ils agissent aussi de manière responsable et productive, dans le respect des autres. Les EI espèrent que tous les employés et toutes les unités de travail adopteront une plus large vision des tâches en tant que partie intégrante de leurs activités journalières et les BP proposées dans le tableau-A VI-4 en annexe VI.

L'environnement interne, son mode d'organisation et les processus d'affaires d'une EI doivent être combinés d'une façon cohérente pour stimuler l'innovation en maintenant un climat propice. La littérature propose trois catégories différentes de structures d'EI assurant la souplesse nécessaire à l'utilisation des principes de l'approche (Quinn, 1992; Zara, 2005) : « infiniment plates », « toiles d'araignée », « pyramides inversées » conduisant à l'émergence d'organisation dites fédérées en grappes ou bien volontaires. La figure-A VI-3 en annexe VI établit une synthèse des facteurs primaires considérés dans la littérature (Wiig, 2000) (Wiig, 1997) influençant le comportement intelligents résultant de la disponibilité de la bonne connaissance nécessaire à un point d'action.

### 2.5.3 Intelligence des connaissances

Rendre l'entreprise intelligente, dans le cadre de l'intelligence des connaissances, est fonction de l'efficacité de la GC, de laquelle dépendent les compétences du personnel et les capacités opérationnelles. Les connaissances, savoirs et habiletés se cumulent dans le milieu de travail. Ainsi, l'efficacité et l'intelligence des individus mènent au renouvellement du savoir, qui peut aussi bien être technique que structurel ou fondamental. La GC doit soutenir les activités et les processus impliquant la manipulation de la connaissance, afin d'encourager des pratiques systématiques, explicites et contextuelles de la connaissance s'adaptant aux objectifs et aux besoins de l'entreprise.

Une EI utilise systématiquement la GC pour augmenter son efficacité en déployant les efforts nécessaires afin de créer dans l'entreprise des environnements centrés sur la personne et la connaissance. Des environnements de vigiles de la connaissance ont été introduits dans quelques entreprises pour exploiter le CI avec efficience (Caron-Fasan, 2008; Goria, 2009). Confrontée à la complexité croissante du travail et à l'importance de poursuivre sa stratégie, l'entreprise doit automatiser les fonctions routinières pour permettre aux individus de mettre en œuvre leurs expertises et connaissances pour réaliser des tâches plus exigeantes.

Une base de connaissances et de métaconnaissances, associée à une compréhension des domaines liés au travail, est importante pour permettre aux personnes d'atteindre le niveau de pratique attendu. Des mécanismes doivent soutenir l'individu dans l'exercice d'une pensée critique et innovatrice, pour qu'il soit à même d'évaluer et de gérer les informations dans son travail. Un requis de la GC est la prise en compte systématique de la complexité de la réflexion humaine consciente et inconsciente et de son impact sur les décisions et l'exécution du travail. Les besoins des personnes permettent de saisir comment elles doivent s'approprier certains domaines de connaissances. Des travaux connexes ont été réalisés dans le domaine de l'intelligence artificielle (Faltings et Schumacher, 2009), et dans la modélisation des BP (Garrison et Anderson, 2003; Waveren *et al.*, 1999).

#### 2.5.4 Intelligence d'apprentissage

Le développement d'une organisation apprenante (OA) apparaît être une solution favorisant l'intelligence d'apprentissage car elle est basée sur la prémissse que la capacité et l'aptitude à l'apprentissage d'une entreprise représente sa plus importante source de compétitivité (CEDIP, 2006) et devient la seule source d'évolution (Garrison et Anderson, 2003) en assurant de s'adapter à la nature continue du changement et à l'augmentation de la concurrence en mettant l'employé au centre de la réflexion. Le but est alors d'apprendre à apprendre de l'expérience tant pour les structures que pour les personnes qui la composent. Elle est plus que la somme des parties d'apprentissage individuelles (Dodgson, 1993). Elle doit mettre en œuvre une logique de croissance des personnels, des décideurs, des structures et des outils conformes aux besoins d'évolution progressive. Une OA est une organisation tirant des apprentissages de son expérience et employant les compétences qu'elle développe à son avantage pour permettre la détection et la correction des erreurs (Argyris et Schön, 1995). Dans l'OA, les activités s'organisent autour de l'essor des compétences orientant ainsi sa culture, ses routines et la gestion des connaissances assurant aux personnels de faire usage de vastes qualifications (Dodgson, 1993). Apprendre offre de nouvelles possibilités à l'action intelligente (Fiol et Lyles, 1985).

Une OA offre de nouvelles opportunités de réalisation à ses acteurs, ce qui favorise l'augmentation de leur qualité de vie et du fait le niveau de performance de ces derniers et de l'organisation. Ce modèle s'appuie sur le préalable que chaque individu, par de meilleures qualifications, a le potentiel de participer à l'essor de l'entreprise. Pour accroître et maximiser l'apprentissage organisationnel, l'OA échafaude des stratégies et des structures adéquates (Dodgson, Gann et Salter, 2008) qui se modifient en flux continus et tendus permettant au capital humain par l'amélioration des compétences d'évoluer et de faire évoluer la structure. Les situations de travail sont exploitées à des fins d'apprentissage en privilégiant : la capitalisation, le travail collaboratif, le partage d'informations et la communication organisés. On peut discerner trois niveaux d'évolution (tableau-A VI-7 en

annexe VI) qui vont de l'organisation simple consommatrice de formation vers la forme la plus développée quant à la gestion des compétences : l'OA (Dodgson, 1993).

### **2.5.5 Intelligence collective (IC)**

Les tâches des travailleurs de l'industrie du logiciel se caractérise par des activités majoritairement intellectuelles, non répétitives et créative nécessitant une collaboration et une coopération étroite entre les intervenants (Zara, 2005). Dans ces conditions, les gestionnaires donnent un ordre et l'équipe l'exécute en coopération, contrôlant l'exécution des tâches vers la solution. La coopération est une contribution collective se réalisant à l'extérieur des activités courantes dans un cadre dépassant les objectifs personnels. Elle est le cœur de l'intelligence collective (IC), l'initiative coordonnée et volontaire d'un groupe d'individus, possédant des compétences et des savoirs, se mobilisant en vue d'un but commun reposant sur la synergie sur laquelle se développent les organisations sociales (Zara, 2005). L'IC est « une intelligence partout distribuée, sans cesse valorisée, coordonnée en temps réel et qui aboutit à une mobilisation effective des compétences individuelles » (Lévy, 1997) permettant d'accroître l'imputabilité, la créativité, la capacité d'adaptation en assurant le déploiement des décisions par l'ouverture au changement générant un effet d'entraînement collectif. Elle réunit des outils, des moyens, des méthodes et des processus contribuant au réseautage, à la coopération des individus de façon à réalisé un objectif, une mission, une vision. L'enjeu est d'assurer que l'on réalise une performance collective plus élevée que la somme des efforts individuels. De plus, les individus qui se groupent afin de collaborer tirent un bénéfice personnel et collectif supérieur à leurs résultats individuels.

L'IC met en valeur la richesse des savoir, des compétences et des idées pour créer un dialogue productif où les intelligences sont décloisonnées, libre d'exprimer des idées novatrices pouvant contribuer à l'AC. Elle suppose une nouvelle approche de gouvernance menant à la formation d'une entreprise démocratique doté de processus décisionnels orientés par la majorité en mobilisant les connaissances des intervenants dans sa construction. L'IC est une intelligence complexe, une mixture de l'intelligence territoriale et nomade, de

l'organisation endogène et exogène du territoire-entreprise (Delis, 2006) intégrant la GC (Fukuyama, 2004). Cette dernière est composée de coopérations produisant de l'information et lui attribuant un sens, pour ensuite la transformer et la récupérer dans sa nouvelle forme.

### **2.5.6      Entreprise intelligente (EI) versus le BSC**

L'EI et le BSC présentent des similarités car leur objectif est d'offrir un cadre de gestion. Leurs différences sont aussi intéressantes et leur intégration pourrait résoudre certaines problématiques soulevées dans nos travaux. Une approche analytique a permis de dresser trois tableaux (tableau-A VI-9 à tableau-A VI-11 en annexe VI) dont est issue la synthèse présentée ici. Les deux approches diffèrent en terme de stratégie (compétitive ou compétence), d'organisation relations (verticales ou latérales), de gestion (détailée ou objectif) et des indicateurs (causalité ou paquet). Leurs idées varient en termes d'application de l'autorité en raison de la structure organisationnelle sous-jacente au déploiement même si elles ciblent la haute direction. Le BSC propose une approche directive descendante de la structure alors que le rôle du gestionnaire dans l'EI est celui de missionnaire du CI.

Dans les deux cadres, la stratégie est une pièce centrale respectant la théorie sous-jacente avec certaines particularités, justifiant l'inclusion d'indicateurs en fonction de leur pertinence mais en n'ayant pas un rôle semblable. Le BSC perçoit l'entreprise comme une chaîne causale de valeurs comblant le creux entre les besoins des clients et les produits (Bhat, 2006). L'EI la perçoit comme un réseau de valeurs, intégré et complémentaire, basé sur des ressources et des compétences hétérogènes la rendant capable de livrer de la valeur. Le BSC et l'EI offrent des possibilités pour former des systèmes de gestion de performances, similaires voire même identiques liés ou non à la stratégie. Cependant, une analyse (Norton, 2002) donne une impression plus mitigée car les perspectives et les indicateurs liés sont seulement une partie des arguments. Les indicateurs sont formés selon les buts des stratégies auxquels ils répondent : une stratégie d'avantage compétitif visant les marchés avant-coureurs ou les clients et rivaux sont les éléments principaux de la production ou les valeurs viennent de la manœuvre de marché et une stratégie de compétence focalisant sur les

compétences historiquement forgées et antérieurement produites et les capacités à long terme ou les valeurs dérivent des capacités techno-organisationnelles. Les indicateurs du BSC adhèrent dans une structure séquentielle de cause à effet, tandis que pour le CI. Ils sont des paquets et forment un réseau autour des capacités et de leurs développements.

### 2.5.7 Synthèse de l'état de l'art

Pour les cadres de gestion, l'état de l'art a permis de déterminer les concepts essentiels à la poursuite de notre projet, particulièrement au niveau de la définition des différents types de variables d'un modèle de pilotage adéquat et des composantes de la stratégie. Nos efforts lors de notre étude des cadres de gestion nous ont conduits à proposer un cadre intégrateur des différentes approches proposées dans l'industrie. Notre attention s'est ensuite portée sur l'innovation et l'amélioration continue. Le besoin, lors de nos travaux, de mettre en place des bonnes pratiques durables nous a mené à étudier les différents cadres de référence à base de BP, que nous avons divisés en six catégories de façon à mieux définir leur usage, leurs forces et leurs faiblesses, pour ainsi déterminer lesquels seront retenus. Une architecture regroupant les familles de référentiels de BP a aussi été proposée. Les modèles d'infrastructure de processus ont fait l'objet d'études détaillées afin de choisir le plus pertinent dans le cadre de nos travaux. Le CMMI a été retenu et présenté en détails. Notre état de l'art a ensuite porté sur les systèmes d'indicateurs, particulièrement les TB, les SMP et les SGS, qui ont été étudiés et comparés en fonction de l'adéquation entre leurs fonctionnalités et les besoins des deux SIO. Des efforts ont aussi été consacrés à la mesure et aux bonnes caractéristiques des indicateurs. Nos travaux ont ensuite portés sur l'étude des concepts de l'EI, puis sur les différents types d'intelligence afin de répondre aux problématiques liées au déploiement de SGS et d'enrichir notre démarche avec les concepts de la vision organisationnelle, de l'innovation et des comportements. Les concepts de l'EI, d'abord dispersés, ont été intégrés au sein d'un modèle cohérent. À partir de notre état de l'art, nous pourrons donc définir de manière détaillée le but de notre recherche et quels seront ses objectifs.



## CHAPITRE 3

### ANALYSE DE LA PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Suite à la revue de littérature, nous sommes maintenant en mesure d'accomplir les activités nécessaires à une compréhension plus profonde de la problématique par l'énoncé et l'analyse de l'ensemble des attributs liés à la détermination des concepts, à la définition de ses principaux caractères et aux propriétés des objets liés et par affinement aux divers problèmes rencontrés. Conformément à la méthodologie, nous pouvons maintenant raffiner et structurer notre démarche en définissant nos objectifs en fonction du contexte, des conjectures qui les supportent et des expérimentations nécessaires à leur vérification ainsi que la logique du cheminement associé permettant de définir les étapes à franchir. La définition expérimentale décrira comment une variable sera mesurée et manipulée au travers d'un ou plusieurs indicateurs et comment l'ensemble de ces variables influencera la démarche. Nous décrirons ce cheminement dans ce chapitre, le chapitre 1 ayant déjà présenté la démarche des travaux en montrant l'ordre d'exécution des activités.

Dans ce chapitre, nous avons préféré l'utilisation du terme conjecture à celui d'axiome. L'axiome est un « énoncé répondant à trois critères fondamentaux : être évident, non démontrable, universel » (CNRTL, 2009a). Une conjecture découle ou détermine une situation résultant d'un ensemble ou d'un faisceau de circonstances, d'événements, de faits qui conditionnent une évolution particulière de l'ensemble des éléments définis par un assemblage cohérent d'objets particuliers (DLF, 2010; Sensagent, 2010). Elle oblige au jugement, à la nécessité de l'opinion que l'on fonde sur des apparences, mais elle demeure inévitable dans le contexte de la recherche.

#### 3.1 Analyse de la problématique

Notre problématique vise à déterminer des approches pour relever les défis rencontrés par les SIO, en lien avec l'apparition et le développement de phénomènes tels que la globalisation

des marchés et la croissance de la compétitivité qu'elle entraîne, l'augmentation de l'exigence des clients et des divers intervenants, la réduction de la disponibilité de la main-d'œuvre, ainsi que des pertes financières relatives à l'échec ou aux carences des projets logiciels représentant annuellement des milliards de dollars (Jorgensen et Molokken, 2006; Tellier, Trudel et Lacroix, 2003).

Cette problématique se divise en trois groupes de besoins concernant respectivement les clients, la SIO et finalement les actionnaires. La source du problème pour les clients paraît être les délais de livraison non respectés et trop longs, ainsi que des produits livrés qui ne correspondent pas aux attentes et aux exigences des demandeurs, créant ainsi une insatisfaction générale (Roggio, Kashyap et Honan, 2000). Nos travaux viseront à concevoir des outils de gestion pour s'assurer que le logiciel construit et maintenu réponde aux BI et à la gestion de l'information des gestionnaires et de l'organisation requérante. Pour les SIO, les sources des problèmes semblent venir de l'incapacité à anticiper et à estimer les coûts réels des projets, car elles n'ont peu ou pas d'habileté à réaliser une conception quantifiable, ainsi que de la difficulté à répondre aux engagements de contenu et de cédule en fonction des risques encourus et de l'incapacité à fournir une qualité égale des produits logiciels (Beecham, Hall et Rainer, 2003; Guerrero et Eterovic, 2004; Niazi, Wilson et Zowghi, 2003). Nos travaux permettront la détermination d'approches assurant le développement d'un logiciel fiable, utilisable et livré en temps voulu conformément au budget fixé. La problématique pour les actionnaires est simple et concerne essentiellement les pertes de profits sous toutes leurs formes et les risques qu'elles peuvent entraîner pour la survie de l'entreprise. Nos travaux viseront donc la détermination d'approches permettant la réalisation d'un maximum de profit tout en assurant la pérennité de la SIO. Ces trois groupes de besoin seront à la base des recherches et des expérimentations effectuées afin de déterminer des approches pour atteindre les besoins qui en découlent (tableau 3.1).

Tableau 3.1 Besoins de la SIO selon les intervenants

<b>Besoins</b>	
<b>Groupe :</b> Résoudre les problèmes perçus par <b>les clients</b> en assurant que le logiciel construit et maintenu répond aux BI et à la gestion de l'information de l'organisation requérante.	
Que la SIO :	rencontrent des délais de livraison acceptable. respectent des délais de livraison acceptable. livrent des produits correspondant aux attentes des demandeurs.
<b>Groupe :</b> Résoudre les problèmes <b>les SIO</b> en assurant le développement d'un logiciel fiable utilisable et livré en temps voulu conformément au budget fixé.	
Déterminer des approches pour	
Que la SIO :	s'assure de la capacité à estimer les ressources nécessaires aux projets. réduire les coûts de développement et de maintenance très élevés du logiciel. juger de l'impact réel des éléments déployés pour atteindre le but. assurer à la SIO une connaissance de son état actuel. améliorer la performance générale de l'organisation de manière continue. assurer le pilotage de l'organisation au niveau stratégique, tactique et opérationnel. réduire les risques encourus.
<b>Groupe :</b> Résoudre les problèmes perçus par <b>les actionnaires</b> en permettant la réalisation d'un maximum de profit tout en assurant la pérennité de l'organisation.	
Que la SIO :	détermine des approches pour assurer que la SIO génère des profits. détermine des approches pour assurer le plus grand profit possible.

Afin de tenter de corriger cette problématique et de répondre aux besoins des intervenants d'une SIO, le but général de nos travaux de recherche est la conception et l'expérimentation d'un programme de mesure supportant l'amélioration continue de la productivité et la pérennité des SIO.

Pour ce projet de recherche, trois objectifs spécifiques ont été choisis :

- 1- Déterminer un moyen de mesurer de façon efficace, dynamique et continue les différents paramètres de la SIO permettant ainsi de juger de l'impact et du maintien des modifications apportées par un PAC.
  - 2- Développer un modèle de gestion de la stratégie permettant de focaliser les PAC vers une optimisation globale de la SIO de manière à assurer sa pérennité et des gains de

valeur en prenant en compte l'ensemble des actifs (incluant le CI) sans limiter la capacité d'innovation.

- 3- Déterminer une approche pour connaître l'état de la situation organisationnelle pour soutenir les gestionnaires dans leur contrôle et leur pilotage à tous les niveaux décisionnels (opérationnel, tactique, stratégique) de la SIO en fonction de ses diverses structures organisationnelles.

### **3.2        Démarche d'expérimentations**

Nous exposons dans le reste de ce chapitre l'ensemble des expérimentations qui formeront notre démarche pour la résolution de notre problématique. L'expérimentation sera l'approche dominante dans nos travaux. Cette démarche forme notre plan d'expériences dont le déroulement lui-même sera conditionné par les résultats obtenus en cours de route. L'important est donc de pouvoir « faire émerger des éléments observables ou quantifiables, de les confronter à des hypothèses, de pouvoir maîtriser la démarche pour éventuellement la reproduire et de pouvoir discuter tous les résultats » (Giordan, 1999).

Les domaines d'expérimentation sont similaires aux domaines d'étude de notre état de l'art. Sept domaines d'expérimentations ont été explorés et structurent le reste de ce chapitre. Les domaines d'interventions et leurs résultats recherchés sont énumérés dans le tableau 3.2.

Tableau 3.2 Domaines d'expérimentation et résultats recherchés

Domaines	Résultats recherchés
Déploiement d'une infrastructure pour	améliorer les pratiques de travail.
	assurer le pilotage de la production logicielle dans une SIO.
	assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus.
	assurer la qualité, de façon continue, des livrables produits par une SIO.
Utiliser un système de mesures pour	répondre aux BI et à la gestion de l'information des gestionnaires et de l'organisation requérante grâce au logiciel construit et maintenu.
	soutenir les gestionnaires dans leur pilotage avec des mesures bien caractérisées.
	connaître l'état de la situation organisationnelle en fonction des diverses structures de la SIO.
Utiliser des tableaux de bord pour	mesurer la valeur de l'amélioration mise en place lors du PAC.
	améliorer la performance générale de l'organisation par une prise de décision informée, structurée et performante.
	réduire les coûts de la gestion des informations nécessaire à la prise de décision dans le contexte de la SIO.
	s'assurer que les activités de développement et d'amélioration du processus logiciel sont coordonnées et planifiées à travers toute l'organisation.
Appliquer des PAC pour	assurer le maintien de l'amélioration mise en place.
	améliorer la performance générale de l'organisation.
Utiliser un système de gestion stratégique pour	déterminer une approche pour que les PAC créent une amélioration globale de l'organisation.
	permettre une amélioration des performances des équipes responsables de la gestion et de la mise en place de la stratégie corporative.
Utiliser les concepts de l'EI	assurer que la SIO agisse de manière intelligente en toutes circonstances.
	assurer que la connaissance organisationnelle soit disponible.
	assurer que les politiques de gestion ne font pas entrave à l'apprentissage.
	assurer que la SIO permet la coopération.
Appliquer un cadre pour	assurer la compréhension des marchés et des clients.
	définir un cadre intégré de gestion.
Utiliser un environnement de développement logiciel pour	réduire les ressources dédiées aux traitements de données nécessaires pour répondre aux BI des gestionnaires d'une SIO.

### **3.3 Bonnes pratiques (BP) et infrastructure de processus**

Suite à l'état de l'art, il apparaît que les activités réalisées dans les SIO pour le développement et la maintenance du logiciel peuvent faire l'objet de BP. En général, celles-ci n'ont pas de démonstration scientifique rigoureuse, mais sont souvent issues de tendances d'utilisation, de vues d'experts reconnus ou du cumul de l'usage sur le marché (APM, 2007; CMMI, 2000a). Les BP sont au cœur des approches regroupant les modèles de maturités, les guides et, jusqu'à un certain niveau, les corpus de connaissances et les normes/standards. Pour nos travaux, nous les considérerons comme des conjonctures. En raison de cette réalité, certaines BP peuvent être instaurées de façon ponctuelle, mais un groupe d'expérimentations sera nécessaire pour le suivi et l'évaluation de leur impact sur la performance locale ou globale de la SIO.

Afin de permettre l'amélioration de la situation d'une SIO de manière assurée et mesurable, il nous apparaît nécessaire de mettre en place une infrastructure de processus. Le concept d'AC serait alors abordable dans une approche mesurable. Le déploiement et le maintien à long terme d'une infrastructure de processus clairement définie et connue de tous permettrait de spécifier les activités à réaliser en fonction des BP proposées, les connaissances qui leur sont associées et l'ordonnancement des processus. Nos études sur l'état de l'art nous ont permis d'identifier plusieurs infrastructures. Les similitudes entre ces dernières nous laissent croire que la sélection d'une seule infrastructure appliquée à deux SIO différentes apportera plus de valeur que l'application de plusieurs. Ceci nous a conduit à considérer les critères de sélection suivants : spécificité face à notre problématique, taux d'utilisation au sein des SIO et accès à la formation et à la documentation.

#### **3.3.1 Évaluation de la situation et mise en place d'une infrastructure de processus**

Dans cette partie de nos travaux, nous réaliserons la mise en place expérimentale d'une infrastructure de processus de production et de gestion du développement logiciel dans les deux organisations cibles. Nous allons d'abord recueillir les données disponibles sur les

projets antérieurs de manière à être en mesure de faire des comparaisons, des évaluations a posteriori et une évaluation de la situation. Les recherches sur l'état de l'art nous permettront de déterminer les cadres les plus appropriés en fonction des SIO ciblées. Nous allons ensuite procéder de manière parallèle à la mise en place des cadres dans les deux organisations avec un décalage volontaire de deux à trois mois de manière à profiter de l'expérience acquise lors des premiers travaux.

Dans le cas de l'organisation 1, nous procéderons à la mise en place d'une infrastructure des processus de production en débutant par les processus liés au second niveau du cadre. Une seconde évaluation aura lieu après cette période. Nous réaliserons ensuite la mise en place des processus de gestion. Nos études sur l'état de l'art ont permis de déceler la nécessité de la mise en place d'un logiciel de support à la gestion des processus et des flux de travail. Les processus du niveau supérieur seront ensuite mis en place de manière graduelle. Ces expérimentations devraient s'échelonner sur une période de huit à douze mois et impliquer de deux à trois ressources annuelle. Dans le cas de l'entreprise 2, l'expérimentation suivra une approche similaire malgré le déploiement d'un logiciel de gestion des processus d'affaires et des flux de travail.

### **3.3.2 Résultats recherchés pour les bonnes pratiques et l'infrastructure**

Les BP et l'infrastructure de processus seront utilisées en lien avec plusieurs activités de recherche, présentées dans le tableau 3.3. La définition et le déploiement de BP et d'activités standardisées devraient entraîner une amélioration des pratiques de travail sur le plan des performances et de la résolution des problématiques. La mise en place d'une approche de mesure rigoureuse et intégrée dans un système cohérent permettrait de juger l'impact réel de ce déploiement et assurer le pilotage de la production logicielle dans la SIO grâce à une connaissance précise de son état actuel. Le pilotage stratégique des mécanismes sera d'abord assuré par le pilotage tactique et opérationnel. Le respect des pratiques par les exécutants devrait ainsi être vérifiable afin qu'il puisse être garanti. Le déploiement de diverses approches devrait permettre d'assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les

processus, comme il s'agit, selon notre analyse, du principal problème auquel sont confrontées les SIO dans l'utilisation d'une infrastructure. La qualité des livrables produits devrait être assurée de façon continue pour qu'ils répondent aux requis, sans que les mécanismes nécessaires ne soient trop lourds. Le logiciel développé et maintenu devra répondre aux BI et à la gestion de l'information dont ont besoin les gestionnaires et réduire la charge de travail associée.

Nos travaux tenteront de montrer par l'atteinte des résultats recherchés que le déploiement de logiciels pour le support à la gestion et à la réalisation des activités liées aux processus d'une SIO est un atout important dans le succès de l'utilisation. Le lecteur pourra constater dans notre démarche que plusieurs expérimentations seront réalisées mettant en œuvre des outils logiciels existants ou développés lors d'expérimentation pour le support à la gestion, à l'exécution des activités et des tâches des processus liés à l'infrastructure retenue.

Comme le montre notre état de l'art, il est évident que la mise en place de l'infrastructure des processus ne peut faire une abstraction du comportement humain dans un domaine aussi lié aux divers aspects du CI. Sinon, elle risque d'entraîner une déresponsabilisation des acteurs face au succès d'un projet, une baisse de la motivation et une chute de créativité. La créativité étant liée à l'innovation et à l'AC de l'organisation, nous devons trouver une approche pour réintégrer cet aspect tout en conservant la structure. La prise en compte des comportements humains et des concepts relatifs à l'EI dans les organisations possédant un grand CI, comme les SIO, favorise la réussite et la survie des infrastructures des processus et des BP associées.

Tableau 3.3 Activités de recherche pour les BP et l'infrastructure

<b>Résultat recherché : Améliorer les pratiques de travail.</b>
Déterminer si le déploiement de BP peut améliorer de façon significative les performances d'une SIO et résoudre les problématiques.
Déterminer si le déploiement de mesures permet d'évaluer l'effet causé par le déploiement de la BP dans la SIO.
Déterminer si le déploiement d'activités standardisées à réaliser dans le cadre du développement et de la maintenance du logiciel peut améliorer de façon significative les performances d'une SIO et résoudre les problématiques.
Déterminer si le déploiement d'activités standardisées permet de minimiser les pertes, la recherche et la reprogrammation de code et peut améliorer de façon significative les performances d'une SIO et résoudre les problématiques.
Déterminer si le déploiement d'approches permettant à l'organisation de reproduire des pratiques éprouvées lors de projets antérieurs, même si les processus utilisés pour le projet en cours sont différents, peut améliorer de façon significative les performances d'une SIO et résoudre les problématiques.
Déterminer si le déploiement d'une approche systématique permet d'obtenir une collaboration en temps opportun entre les divers intervenants tout au long de la vie du produit afin de mieux satisfaire les besoins, les attentes et les exigences des clients.
<b>Résultat recherché : Assurer le pilotage de la production logicielle dans une SIO.</b>
Déterminer si le déploiement d'activités standardisées à réaliser (groupées en processus et définies dans une infrastructure) nécessaire au développement et à la maintenance du logiciel permet d'assurer le pilotage de la production logicielle dans une SIO.
Déterminer si le déploiement d'activités pour s'assurer que le statut des activités et du travail réalisé est connu de chaque des intervenants permet d'assurer le pilotage de la production logicielle dans une SIO.
Déterminer si le déploiement des activités nécessaires pour organiser, contrôler et superviser l'avancement des activités entourant le développement et la maintenance de la production des produits logiciels permet d'assurer le pilotage de la production logicielle dans une SIO.
Déterminer des mesures pour assurer la performance des activités mises en place dans l'infrastructure retenue de manière la plus continue possible.
Déterminer si le déploiement d'une approche pour assurer que les activités soient suivies, supervisées, contrôlées et revues pour s'assurer de la conformité avec leur description permet d'assurer le pilotage de la production logicielle dans une SIO.
Déterminer si le déploiement d'une approche permettant de posséder une bonne perspective de l'avancement réel des travaux permet d'assurer le pilotage de la production logicielle dans une SIO.
Déterminer si le déploiement d'approches d'identification et de gestion des risques de manière continue et proactive assure un meilleur pilotage de la production logicielle dans une SIO.

Tableau 3.3 Activités de recherche pour les BP et l'infrastructure (suite)

<b>Résultat recherché : Assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus.</b>
Déterminer si le déploiement d'approches pour minimiser la surcharge de travail engendrée par le déploiement d'une infrastructure des processus permettra d'assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus.
Déterminer des approches pour mesurer si les impacts sur la performance de la SIO du déploiement d'une infrastructure de processus peuvent participer à la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus.
Déterminer des approches et les mesures nécessaires pour s'assurer que les BP existantes mises en place durant le déploiement de l'infrastructure sont retenues et appliquées sur de longues périodes de temps malgré le stress inhérent.
Déterminer si le déploiement d'approches pour s'assurer que le personnel impliqué dans le développement logiciel reçoit les ressources adéquates permet d'assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus d'une SIO.
Déterminer si le déploiement d'approches pour assurer et mesurer de façon continue que les diverses politiques organisationnelles sont suivies permet d'assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus.
Déterminer si le déploiement d'approches pour développer et maintenir un groupe d'acquis employable sur les processus de développement du logiciel et voir à l'amélioration de leur performance permet d'assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus.
Déterminer une approche pour pallier la baisse de créativité et la déresponsabilisation causées par une sur-structuration imposée par le déploiement d'une infrastructure.
<b>Résultat recherché : Assurer la qualité, de façon continue, des livrables produits par une SIO.</b>
Déterminer si le déploiement de BP peut améliorer la qualité des livrables (code, documentation, etc.) de façon permanente, significative et mesurable.
Procurer aux gestionnaires la vision adéquate sur le processus utilisé dans le développement du logiciel et sur les livrables en production pour garantir que le produit logiciel réalisé répond aux requis.
Déterminer des approches pour diminuer la lourdeur engendrée par la gestion des informations nécessaires aux mécanismes associés à ces pratiques qui décourage leur utilisation, minimisant ainsi la durée d'usage.
Contrôler les composantes du développement et de la maintenance logicielle.
<b>Résultat recherché : Répondre aux BI et à la gestion de l'information des gestionnaires et de l'organisation requérante grâce au logiciel construit et maintenu.</b>
Déterminer si le déploiement d'approches permet d'assurer une compréhension commune entre les intervenants des exigences du client que le projet logiciel et les composantes doivent satisfaire pour répondre aux BI des requérants.

### **3.4 Système de mesure de performance (SMP)**

On retrouve peu d'expérimentations ou d'applications de systèmes de mesure de performance (SMP) dans l'industrie ou dans la littérature. Les SMP sont généralement intégrés à d'autres SBI, tels les TB ou les SGS. Les travaux entrepris jusqu'ici nous ont permis de montrer la nécessité de la mise en place d'une mesure d'abord indépendante et liée à une BP, ensuite assemblée en système permettant la mesure s'appliquant à des parties ou à l'ensemble de la SIO. Nos études sur l'état de l'art nous ont permis d'étudier plusieurs systèmes alternatifs pour la mesure. Ceci nous conduit à considérer les critères de sélection suivants : la capacité d'évaluer plusieurs dimensions de la SIO, la possibilité d'en effectuer une évaluation globale et l'existence d'un cadre structurant les indicateurs.

Quelle que soit l'infrastructure ou l'approche retenue, les méthodes d'évaluation traditionnelles (SCAMPI, etc.) donnent une image instantanée des lieux. Cependant l'amélioration est un processus continu et non pas ponctuel. Il est donc préférable de migrer vers une approche permettant d'avoir une vision plus dynamique et évolutive d'une SIO et d'améliorer le temps de réaction des gestionnaires, l'efficacité et l'efficience des actions posées.

#### **3.4.1 Expérimentation pour le système de mesure de performance (SMP)**

Nous conduirons d'abord un examen des approches pour la mesure d'une organisation dans son ensemble considérée dans nos études sur l'état de l'art. Nous exécuterons ensuite une expérimentation, dans la seconde entreprise, sur chacun des systèmes de mesure retenus. Cinq cycles seront alors réalisés pour définir cinq à sept indicateurs par modèle. Nous sélectionnerons l'approche offrant le plus grand potentiel en fonction des critères définis et du contexte des SIO. Nous conduirons ensuite une série d'expérimentations dans le but de définir les indicateurs nécessaires pour mesurer la performance de l'organisation dans trois secteurs d'activités liés chacun à un processus en fonction des BI des décideurs. Le système sera expérimenté pendant six mois et impliquera une personne année. Diverses recherches

seront ensuite réalisées pour améliorer ou compléter le système de mesure organisationnel retenu. Notons qu'un système logiciel devra être développé pour supporter ces activités. Un second cycle aura alors lieu dans la première entreprise dans le groupe responsable du développement web sur une période de trois mois pour développer de nouveaux indicateurs en utilisant le prototype logiciel.

### 3.4.2 Résultats recherchés pour le système de mesure de performance (SMP)

L'approche proposée dans le SMP se base sur des indicateurs et devrait permettre d'atteindre les deux résultats recherchés du tableau 3.4 en soutenant les gestionnaires dans leur pilotage avec des mesures dotées de bonnes caractéristiques, qui devraient leur permettre de connaître l'état de la situation organisationnelle selon les diverses structures de la SIO.

Tableau 3.4 Activités de recherche pour le système de mesure de performance (SMP)

<b>Résultat recherché : Soutenir les gestionnaires dans leur pilotage avec des mesures ayant de bonnes caractéristiques.</b>
Déterminer les caractéristiques d'un bon indicateur.
Déterminer une approche structurée pour définir des indicateurs ayant de bonnes caractéristiques.
Déterminer une approche pour gérer les informations liées à chaque indicateur.
<b>Résultat recherché : Connaître l'état de la situation organisationnelle en fonction des diverses structures de la SIO.</b>
Déterminer une approche pour permettre la gestion des mesures de la qualité organisationnelle.
Déterminer une approche pour intégrer aux processus des indicateurs permettant leur mesure.
Déterminer une approche de définition des indicateurs intégrée dans le contexte de la mesure de performance.
Déterminer une approche pour créer un mécanisme générant une valeur unique qui représente l'état de l'ensemble de l'organisation et permettant de connaître l'avancement ou le recul de l'organisation.
Déterminer une approche pour permettre la ventilation de valeurs à tous les niveaux et à chacune des ressources au travers de toutes les unités administratives formant l'organisation.
Déterminer une approche de définition concrète d'un rapport de causalité qui n'est pas évident à définir.
Déterminer une approche permettant d'éliminer les problèmes de synchronisation des données captées dans les systèmes pour générer les indicateurs.
Déterminer une approche pour assurer la pérennité des mécanismes mis en place dans les processus.
Déterminer une approche pour la mise en place d'une mesure d'abord indépendante en mesurant une BP ensuite assemblée en système permettant la mesure de parties ou de l'ensemble de la SIO.
Déterminer une approche pour la mise en place d'un système permettant la mesure de parties ou de l'ensemble de la SIO donnant des valeurs dynamiques, proches du temps réel et des valeurs actuelles.
Déterminer une approche pour permettre l'alignement des activités de mesures et d'analyse, ainsi que la diffusion des résultats de ces mesures, ainsi que les pratiques spécifiques associées.

### **3.5        Approche pour les initiatives d'amélioration continue (IAC)**

Nos études démontrent que l'exécution d'une initiative d'amélioration continue (IAC) basée sur un PAC entraîne une série de problèmes. Une amélioration qui ne touche que les processus visés, que nous appellerons par la suite optimisation locale, se fait souvent au détriment des autres processus connexes. Il y a donc un risque à déplacer certains problèmes intrinsèques à un processus vers d'autres processus. Cette problématique est causée par l'absence de mécanisme évitant cette situation dans les approches et suggère une vue limitée de la SIO. Si on intègre une IAC dans une vision, une approche plus globale de la SIO, alors la solution devrait être elle aussi plus globale, pertinente et durable, et offrir la possibilité d'éviter les optimisations locales. Un autre problème identifié dans notre état de l'art est l'aspect non permanent des effets du PAC, car l'effet des BP déployées s'estompe avec le temps, ramenant les anciennes pratiques et habitudes. Pour soutenir et rendre permanente leur utilisation, les gestionnaires doivent être en mesure de suivre et de répondre à l'évolution de la situation de manière relativement interactive. De plus, les données disponibles ont des valeurs historiques qui s'obtiennent souvent dans un délai beaucoup trop long. Une autre approche devra donc être envisagée.

#### **3.5.1      Expérimentation de méthodes d'amélioration continue**

Nous présentons ici les cheminements des expérimentations conduites pour valider les objectifs relatifs aux approches d'AC. Notre étude de l'état de l'art permettra d'identifier plusieurs approches; celles ayant le plus de potentiel dans les SIO seront utilisées dans les trois expérimentations suivantes :

1- Le premier groupe d'expérimentation portera sur le PAC et aura lieu dans l'entreprise en impliquant une seule ressource année sur une période de six mois. Nos travaux débuteront par l'élaboration de la mission de l'équipe responsable du projet, la détermination des rôles et le développement des plans préliminaires de mise en œuvre en s'appuyant sur la méthodologie correspondante (annexe I). Nous situerons ensuite la mission dans le

contexte d'affaires de l'entreprise cible afin de déterminer l'importance du projet sur les résultats de l'organisation ainsi que d'assurer sa compatibilité avec les autres activités. Puis, nous identifierons et analyserons tous les types d'intervenants aux processus ciblés, leurs attentes et leurs besoins spécifiques. Nous décrirons en détail l'état actuel et l'état désiré en analysant les causes fondamentales et les barrières qui expliquent ces écarts tout en identifiant les opportunités d'amélioration. Nous rechercherons, analyserons, sélectionnerons les idées d'amélioration offrant le plus de potentiel. Nous développerons, planifierons, gérerons ensuite la mise en œuvre de la solution en tenant compte des difficultés rencontrées ainsi que des résultats à atteindre. Nous évaluerons les résultats en les comparant à ceux que l'on avait prévu obtenir. Finalement, nous examinerons la manière dont le PAC et la solution retenue ont été appliqués pour identifier de nouvelles pistes d'amélioration.

- 2- Le second groupe d'expérimentation utilisera le modèle IDEAL dans un processus. Il comportera trois expérimentations qui seront étalées sur une période d'une année et impliqueront deux personnes/année. La première aura lieu dans l'entreprise immédiatement après la mise en place des processus de niveau deux du CMMI. Elle débutera ainsi la mise en place des processus de niveau trois. Le processus à améliorer sera déterminé parmi les processus déjà en place. Un seul cycle du modèle IDEAL sera exécuté. Une seconde expérimentation aura lieu lors de la mise en place des processus du troisième niveau. Deux cycles complets du modèle auront alors lieu. Une troisième expérimentation se déroulera à la fin de ce même cycle. Le nombre de cycles sera déterminé en fonction de l'utilisation des ressources.
- 3- Le troisième groupe d'expérimentation comprend des expériences qui seront conduites en se basant sur l'approche DMAIC. La première sera conduite sur un des processus sur lequel on a conduit un projet de mise en place des processus. La seconde utilisera l'approche DFSS dans le même contexte.

### 3.5.2 Résultats recherchés par l'expérimentation du programme d'amélioration continue (PAC)

Pour que les programmes d'amélioration continue (PAC) créent une amélioration réelle dans les processus impliqués, ils devraient permettre d'atteindre les résultats recherchés du tableau 3.5. Ainsi, pour qu'il soit possible de juger l'impact réel des IAC, il faudrait mesurer la valeur de l'amélioration des performances locales et globales provoquée par la mise en place du PAC, démontrant ainsi objectivement et quantitativement les bénéfices obtenus. Le maintien de l'amélioration mise en place dans le cadre du PAC devrait être assuré par la possibilité d'un suivi et de réponses interactives. La performance globale de la SIO devrait alors être améliorée grâce à une automatisation permettant d'éviter que la gestion des données soit trop exigeante et nuise à la rentabilité. Des expérimentations seront conduites sur divers PAC examinés durant notre état de l'art, desquels nous retiendrons celui qui paraît avoir le plus de potentiel pour notre contexte.

Tableau 3.5 Activités de recherche pour le programme d'amélioration continue (PAC)

<b>Résultat recherché : Mesurer la valeur de l'amélioration mise en place lors du PAC.</b>
Déterminer une approche pour juger l'amélioration des performances locales par l'application du PAC.
Déterminer une approche pour juger l'amélioration des performances globales par l'application du PAC.
<b>Résultat recherché : Assurer le maintien de l'amélioration mise en place.</b>
Déterminer une approche pour assurer le maintien de l'amélioration des performances de la SIO suite à l'application du PAC.
<b>Résultat recherché : Améliorer la performance générale de l'organisation.</b>
Déterminer une approche qui évite les optimisations locales causées par les approches des PAC dans le cadre d'initiatives déployées dans les SIO.
Déterminer une approche permettant la gestion des informations liées à la gestion du PAC qui est beaucoup trop exigeante en termes de ressources, de manière à atteindre un seuil de rentabilité d'usage.

### **3.6 Tableaux de bord (TB)**

Parmi les options possibles pour répondre au suivi des BP déployées, on retrouve les tableaux de bord (TB) qui sont l'approche la plus utilisée dans d'autres industries et qui semble correspondre le mieux aux besoins exprimés. L'utilisation de TB pourrait offrir au gestionnaire un meilleur suivi des procédés mis en place lors des IAC par des interventions plus fréquentes et rapides, et ainsi assurer la pérennité de BP déployées. En plus, la mise en place d'un regroupement de TB intégré en réseau permettrait une amélioration de la gestion tactique et opérationnelle par la mise en place d'un meilleur suivi de l'état de l'organisation, l'amélioration de la qualité et de meilleures prises de décision donc à l'AC de la SIO.

Les tâches d'un TB ont besoin d'être soutenues par un outil logiciel. Celui-ci permet d'obtenir un accès rapide à une information de qualité et est nécessaire pour en assurer le suivi et la survie à long terme dans les pratiques courantes de la SIO. Des expérimentations portant sur le développement de prototypes de TB dans le contexte de certains processus d'affaires et de production dans le contexte des PME de type SIO devront être réalisées. L'état de l'art montre d'ailleurs que peu d'expérimentations ont eu lieu sur ce type d'entreprise. Des essais sur des logiciels de cadre de développement de TB seront effectués. Si l'aspect logiciel ne répond pas à nos besoins, le développement expérimental d'un logiciel y répondant sera envisagé.

#### **3.6.1 Expérimentation pour la mise en place des tableaux de bord**

Ces travaux feront suite à l'exploration théorique des TB et permettront de choisir les environnements ayant plus de potentiel. Nous allons d'abord conduire une étude de faisabilité et d'opportunités de la mise en place des TB dans les deux SIO. Quatre expérimentations ont été retenues :

- 1- La première expérimentation porte sur la mise en place d'un TB de supervision des services Internet qui aura lieu dans l'entreprise deux. Ce secteur d'activités a été retenu

car plusieurs SI sont déjà mis en place pour supporter sa gestion : une grande banque d'indicateurs existe et les gestionnaires principaux ont une très grande connaissance de l'informatique. La première étape consistera à accomplir un plan de réalisation définissant le secteur cible, l'envergure du projet, les préoccupations des gestionnaires et les possibilités d'accès aux données des SI utilisés. Une recherche des indicateurs pertinents dans les diverses sources d'indicateurs aura lieu. Nous réaliserons un tableau des préoccupations-indicateurs qui indiquera aussi les buts, les objectifs chiffrés. La conception des indicateurs retenus et du TB sera alors faite en définissant les paramètres et la représentation visuelle. La programmation du TB et du système de production des données sera alors réalisée. Trois prototypes seront construits : un en utilisant un chiffrier comme base pour la mise en place, un autre en se basant sur un langage de programmation dans une interface classique, le dernier s'appuiera sur la technologie web.

- 2- La seconde expérimentation portera la mise en place d'un TB des finances qui soit le plus générique possible pour la haute direction et applicable à un grand nombre de petites SIO. Nous allons d'abord développer le TB dans l'entreprise un, puis nous tenterons d'intégrer directement le résultat dans la seconde entreprise. Une recherche approfondie des indicateurs potentiels devra donc avoir lieu. Nous conduirons parallèlement le développement d'un outil pour réduire le temps de programmation nécessaire à l'intégration des données.
- 3- La troisième expérimentation portera sur la mise en place d'un TB d'un projet de développement logiciel qui comportera trois cycles de prototypage : les deux premiers seront réalisés dans la SIO un et le dernier dans l'autre. Nous développerons un prototype logiciel de génération d'un TB, automatisant au maximum le travail, utilisant un module d'acquisition de données Extract Transfert Load (ETL) et un entrepôt de données. Diverses approches de définitions des indicateurs seront examinées et comparées de façon à définir de meilleurs indicateurs.

4- La quatrième expérimentation d'un TB portera sur la gestion des processus de production d'une SIO. La difficulté ici est double : d'abord définir un ensemble d'indicateurs assez générique pour s'appliquer à ce contexte et ensuite être en mesure de développer des indicateurs spécifiques à chacun des aspects de la production de logiciels. Une seconde étape est de tester notre logiciel de développement de TB. Nous utiliserons la même approche que précédemment pour la gestion du cycle expérimental. Deux cycles de prototypage seront réalisés dans l'entreprise un et trois cycles dans la seconde.

### **3.6.2 Résultats recherchés pour les tableaux de bord**

Les TB seront donc mis en place pour tenter d'atteindre les résultats recherchés qui sont présentés dans le tableau 3.6. Leur utilisation devrait permettre d'améliorer la performance générale de l'organisation par une prise de décision informée, structurée et performante. Les TB devraient aussi contribuer à réduire les coûts de gestion des informations nécessaires à la prise de décision dans le contexte de la SIO. Les coûts de développement et de maintenance des produits d'information (PI), comme les TB, devraient ainsi être moins élevés que les bénéfices obtenus. De plus, il est souhaitable que les activités de développement et d'amélioration du processus logiciel soient coordonnées et planifiées à travers toute l'organisation.

Tableau 3.6 Activités de recherche pour les tableaux de bord (TB)

<b>Résultat recherché : Améliorer la performance générale de l'organisation par une prise de décision informée, structurée et performante.</b>
Déterminer une approche pour assurer une meilleure prise de décision dans la SIO.
Déterminer une approche pour que les gestionnaires réalisent plus dynamiquement des décisions à l'aide de données de meilleure qualité.
Déterminer une approche pour assurer un suivi sur une plus longue période des constituantes déployées dans les efforts d'amélioration de la SIO.
Déterminer une approche pour faciliter et réduire le temps de travail lié à la gestion de l'information décisionnelle.
Déterminer une approche pour unifier, uniformiser et réutiliser les éléments de mesure dans un ensemble cohérent dans l'ensemble de la SIO.
Démontrer que l'utilisation des TB en tant que PI peut engendrer des bénéfices dans le cadre de l'utilisation dans une SIO.
<b>Résultat recherché : Réduire les coûts de la gestion des informations nécessaires à la prise de décision dans le contexte de la SIO.</b>
Déterminer des approches pour réduire les coûts de développement et de maintenance des TB.
Déterminer une approche pour soutenir efficacement le gestionnaire dans l'obtention d'une information de qualité avec un accès rapide permettant de modifier rapidement les mesures.
Démontrer la portabilité des approches d'automatisation proposées dans des cas divers, mais dans le contexte d'une SIO.
Déterminer une approche pour le support et le maintien des structures de processus, ainsi que des BP associées, permettant d'en assurer la surveillance et le contrôle et devant être supportée par des indicateurs pertinents et des cibles appropriées.
<b>Résultat recherché : S'assurer que les activités de développement et d'amélioration du processus logiciel sont coordonnées et planifiées à travers toute l'organisation.</b>
Définir les indicateurs cohérents nécessaires à la supervision des processus de la SIO.
Déterminer une approche pour assurer que les coûts de développement et de maintenance des PI, notamment les TB, soient moins élevés que les bénéfices obtenus.
Déterminer une approche pour réduire le temps consacré à la gestion des divers PI ainsi que des indicateurs liés.
Déterminer une approche pour que le chef de projet puisse connaître rapidement l'état de la situation des divers aspects du projet sans une collecte et un traitement de données long et parfois complexe.
Déterminer une approche pour permettre des interventions plus fréquentes et rapides des gestionnaires permettant de maintenir de manière plus permanente les pratiques déployées dans une IAC.

### 3.7 Gestion de la stratégie

Notre étude de l'état de l'art nous a permis de constater que les PAC peuvent créer des optimisations locales, ce qui cause un problème vis-à-vis de l'amélioration globale de l'organisation. Une approche pour éviter ce phénomène est d'intégrer la gestion de la

stratégie dans une SIO afin que les PAC créent une amélioration globale dans l'organisation et génèrent ainsi un maximum de profit tout en assurant sa pérennité. Nos recherches sur l'état de l'art ont montré que la stratégie relève de décisions humaines et que les entreprises ont souvent recours à des TB et des SMP. Ces systèmes ne sont pas exempts de problèmes, car ils participent à la gestion stratégique sans en couvrir la globalité. Des approches ont été créées pour gérer la stratégie. Le BSC est le meilleur candidat pour répondre aux besoins liés à notre contexte, mais il n'est pas exempt de problèmes. Nos expérimentations devront donc tenter de combler les omissions et les éléments incomplets du BSC tout en permettant de pallier les inconvénients intrinsèques du modèle.

### **3.7.1      Expérimentation d'un système de gestion stratégique (SGS)**

Nous décrirons ici l'ensemble des expérimentations qui conduiront d'abord à la mise en place d'un système de gestion stratégique (SGS) et ensuite à la découverte de nouvelles approches ou d'éléments complémentaires à la méthodologie. Pour cela, nous sélectionnerons d'abord parmi les approches celle qui apparaîtra comme la plus appropriée à notre contexte. Nous réaliserons ensuite la définition d'une méthodologie pour l'implantation du SGS. Nous exécuterons la mise en place d'un SGS dans chacune des deux SIO. Nous conduirons ensuite une série d'expérimentations pour des technologies de support au BSC car la mise en place manuelle d'un scorecard est extrêmement demandant. Nous accomplirons ensuite un cycle d'expérimentations des modèles multidimensionnels d'évaluation dans les BSC et une série sur le modèle intégrateur. Dans le reste de cette section, nous décrirons de manière plus détaillée les diverses activités d'expérimentations à exécuter.

1- La première étape suivra notre état de l'art et consistera en la sélection du modèle de SGS le plus pertinent pour nos travaux. Malgré les nombreux articles et ouvrages disponibles sur les systèmes de gestion de la connaissance (SGC), aucune méthodologie complète ou efficace n'existe.

- 2- La seconde étape permettra la définition d'une méthodologie complète, rigoureuse et standardisée s'appuyant sur des outils pour l'implantation d'un SGS pour une SIO de type PME. Cette étape établira les éléments nécessaires à la détermination précise et concrète du processus de mise en place d'un SGS incluant la définition de toutes les phases, des activités et des tâches ainsi que les biens livrables. Plusieurs outils de modélisation devront aussi être développés.
- 3- La troisième étape permettra l'expérimentation pour la mise en place d'un SGS dans deux SIO et s'échelonnera sur une période de deux ans impliquant cinq ressources année. Une planification détaillée devra avoir lieu dès les premières étapes du projet.
- 4- La quatrième étape expérimentera la gestion de la stratégie dans l'entreprise un. Un comité de gestionnaires sera formé pour discuter de la stratégie de façon à clarifier la vision tout en définissant les objectifs et les buts. Des décisions devront être prises pour déterminer le niveau d'investissement stratégique permettant la mise en place et le lancement des programmes de changement axés sur la stratégie. Les différents scorecards (trois à cinq) seront revus par les diverses unités administratives. Des formations auront lieu de manière à communiquer le BSC à l'ensemble de l'organisation. Ces activités seront suivies par la mise en place des scorecards personnels et de l'établissement des objectifs de performance. Les cycles suivants auront lieu aux quatre mois et consisteront à la mise à jour du plan et des budgets, à la cueillette des données, à une évaluation de la performance de l'approche ainsi qu'aux modifications nécessaires à la méthodologie.
- 5- La cinquième étape permettra d'expérimenter le BSC dans la seconde SIO en suivant un cycle similaire à la première mais en modifiant la méthodologie.
- 6- La sixième étape expérimentera des technologies de support au SGS afin de réaliser les documents de vision et de spécification des requis. Dans ce contexte, après avoir défini et spécifié les BI pour l'ensemble des utilisateurs et suite à l'étude du marché exécutée durant notre état de l'art, nous pourrons déterminer les fonctionnalités nécessaires pour

supporter ces derniers. Nous réaliserons alors l'expérimentation d'un prototype logiciel de support à la gouvernance du SGS dans chacune des SIO. Cinq cycles d'expérimentation pour le développement d'un logiciel de support au SGS répondant mieux aux fonctionnalités déterminées auront lieu.

7- La septième étape explorera des modèles multidimensionnels pour déterminer une manière de donner une valeur unifiée à une position donnée dans le BSC.

8- La huitième étape portera sur l'expérimentation d'un cadre d'évaluation globale de l'organisation permettant de combler une lacune des SGS actuels tels que le BSC. Le but est de définir une structure d'indicateurs qui assurera la supervision de la prospérité, donc de la prise de valeur par l'organisation qui devra tenir compte du long, moyen et court terme. Pour cela nous explorerons divers groupes d'indicateurs. La mise en place de chacun des indicateurs fera l'objet d'un cycle expérimental séparé. Nous définirons et expérimenterons, dans l'entreprise un, un groupe de trois à cinq indicateurs pour chacun des domaines spécifiés. Une attention particulière devra être apportée à l'aspect temporel du modèle. Nous superviserons et verrons à l'évolution du modèle pendant une année dans l'entreprise un. Il sera ensuite migré vers la seconde SIO où on l'observera pour la même période.

### **3.7.2 Résultats recherchés pour les systèmes de gestion stratégiques (SGS)**

Le SGS qui sera déployé devra permettre d'atteindre les résultats recherchés du tableau 3.7. Le second résultat vise à permettre une amélioration des performances des équipes responsables de la gestion et de la mise en place de la stratégie corporative. Il est divisé en activités de recherche regroupées selon les différentes lacunes des SGS qui devraient être comblées. La mise en place des SGS devra suivre une méthodologie complète et inclure des indicateurs pertinents afin que la ventilation des objectifs de la SIO soit effectuée de façon équilibrée et cohérente. Les efforts et les impacts des activités devront être évalués pour déterminer dans quelle mesure et de quelle façon ils contribuent à la stratégie

organisationnelle. Des approches devront aussi être mises en place afin d'éviter une démobilisation des employés causée par une approche descendante sans mécanisme bidirectionnel. Le déploiement du SGS devra aussi être adapté aux particularités des PME de type SIO, comme la gestion de ces entreprises est davantage alignée vers le court terme. La gestion devra aussi tenir compte de la dimension temporelle des activités et respecter l'équilibre entre les éléments stratégiques des logiques organisationnelles. Les SGS étant des outils de gestion relativement rigides, il convient d'augmenter la souplesse du modèle en mettant en place les mécanismes appropriés.

Tableau 3.7 Activités de recherche pour le système de gestion stratégique

<b>Résultat recherché : Déterminer une approche pour que les PAC créent une amélioration globale de l'organisation.</b>
Déterminer l'approche offrant le plus de potentiel selon notre problématique.
<b>Résultat recherché : Permettre une amélioration des performances des équipes responsables de la gestion et de la mise en place de la stratégie corporative.</b>
Mise en place : <ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer une méthodologie de développement et de déploiement de la stratégie;</li> <li>• déterminer une approche structurée pour définir de manière rigoureuse et formelle les indicateurs dans le contexte de la gestion stratégique;</li> <li>• déterminer une approche pour définir la pertinence d'un indicateur et son poids relatif face à la stratégie déterminée par l'ensemble des indicateurs;</li> <li>• déterminer une approche pour ventiler de manière structurée les objectifs ou buts dans l'organisation;</li> <li>• déterminer une approche pour s'assurer de l'équilibre entre les diverses perspectives;</li> <li>• déterminer une approche pour que la transformation de la vision et de la mission en buts qui seront ensuite ventilés en objectifs dans les divers scorecards soit cohérente.</li> </ul>
Évaluation des impacts des activités : <ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer une approche pour l'évaluation des impacts des activités des divers personnels et des unités organisationnelles sur l'avancement de la stratégie de l'organisation;</li> <li>• déterminer une approche pour savoir comment les efforts d'un intervenant participent à la stratégie;</li> <li>• déterminer une approche pour savoir comment un effort a amélioré le positionnement stratégique réel de l'organisation.</li> </ul>
La démobilisation des employés : <ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer une approche pour palier la démobilisation des employés causée par l'imposition de la stratégie par la direction;</li> <li>• déterminer une approche pour s'assurer de la flexibilité, de la délégation des pouvoirs et de la responsabilisation dans la gestion et la réalisation de la stratégie de l'organisation.</li> </ul>
Type d'entreprise : <ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer les approches pour adapter les modèles de gestion de la stratégie aux SIO de type PME.</li> </ul>
Gestion de la dimension temporelle : <ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer une approche pour prendre en considération des activités qui pourraient se manifester à des moments différents divisés entre le temps concret et le temps signifiant.</li> </ul>
Logiques organisationnelles : <ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer une approche pour définir un système d'indicateurs qui assure que le SGS est vraiment équilibré entre les éléments de la stratégie (perspective, mesure, durée, etc.);</li> <li>• déterminer une approche pour assurer un équilibre entre les systèmes de contrôle de gestion dotés d'une vision plus étroite et les initiatives mises en place par la gestion stratégique.</li> </ul>
Inconvénients intrinsèques : <ul style="list-style-type: none"> <li>• éviter les problèmes inhérents empêchant la mise en place et l'utilisation efficace du modèle;</li> <li>• déterminer le nombre optimal de perspectives et d'indicateurs à prendre en compte dans une perspective et dans l'ensemble du modèle;</li> <li>• choisir des indicateurs ne limitant pas la vision qu'à l'organisation de l'environnement et l'information qu'elle peut en tirer.</li> </ul>

### **3.8      Entreprise intelligente (EI)**

Notre étude de l'état de l'art a montré que la présence d'un SGS conduit l'organisation à focaliser sur les buts, causant un statisme qui résulte en une inefficacité organisationnelle présente autant dans la globalité de la SIO qu'au niveau des individus. De plus, le SGS néglige plusieurs aspects des comportements humains. Ces problèmes suggèrent de modifier le SGS de manière à faire passer le maintien de l'AC par l'amélioration du CI. Une approche de gestion basée sur certains concepts issus de l'entreprise intelligente (EI) pourrait alors être intégrée dans les pratiques des SIO et dans le SGS pour combler ses lacunes. Certains problèmes de rigidité imposés par l'infrastructure de processus, les BP et le SGS pourraient être ainsi résolus.

L'introduction des concepts de l'EI dans le SGS implique d'effectuer des mesures sur des démarches de processus pratiques existants. De ce fait, il est nécessaire d'introduire l'EI dans tous les niveaux de l'entreprise et pas seulement au niveau stratégique. De plus, nos études sur l'état de l'art démontrent que le BSC est une approche fondamentalement descendante tandis que l'EI est fortement axée sur une approche ascendante. Comme le montre notre état de l'art l'absence de communication bidirectionnelle dans la gestion stratégique est un problème important. Une combinaison des deux approches devrait permettre d'assouplir la gestion de l'organisation tout en gardant une direction stratégique claire permettant l'implication de tous les membres. Cette intégration pourrait être réalisée par l'ajout d'objectifs visant les aspects de l'innovation en tant qu'initiative dans le scorecard principal du BSC. Ces objectifs seraient alors ventilés dans les scorecards des diverses unités administratives et finalement des individus.

#### **3.8.1    Expérimentation des concepts d'entreprise intelligente (EI)**

Ce groupe d'expérimentations permettra la mise en place des mécanismes, des outils, des processus nécessaires aux opérations d'une EI dans au moins un secteur de la seconde SIO. Le projet sera d'abord défini de manière à obtenir l'appui de la direction. Nous réaliserons

une cartographie de la connaissance qui nous permettra d'identifier les pratiques de l'entreprise. Puis on planifiera la stratégie de la GC en considérant la façon dont elle supportera la stratégie de l'organisation. Deux à trois cycles expérimentaux seront réalisés pour la mise en place d'un SGS basé sur le BSC adapté aux contraintes de flexibilité, d'adaptabilité et de tolérance nécessaires à l'EI. Nous procéderons ensuite à la description des alternatives et des initiatives potentielles liées à la GC afin d'identifier les opportunités pour l'amélioration des tâches. Une définition des niveaux de priorité sera faite ainsi qu'une mise en évidence des grandes lignes, des impacts et des bénéfices escomptés. Nous conduirons un ensemble d'expérimentations pour la détermination, l'acquisition et le déploiement des connaissances clés requises pour livrer un travail de qualité, dans trois situations de développement logiciel.

### **3.8.2 Résultats attendus par l'expérimentation des concepts de l'entreprise intelligente**

Les concepts de l'EI seront utilisés afin de parvenir aux résultats recherchés présentés dans le tableau 3.8. La SIO devra agir avec intelligence en toutes circonstances en s'assurant la contribution de tous les intervenants. La connaissance organisationnelle devra être disponible à tous et les politiques de gestion ne devront pas nuire à l'apprentissage. L'innovation serait stimulée en permettant et en supportant la coopération entre le personnel. La compréhension des marchés et des clients devrait être assurée par des mécanismes de gestion de la connaissance et de suivi.

Tableau 3.8 Activités de recherche pour l'expérimentation de l'EI

<b>Résultat recherché : Assurer que la SIO agisse de manière intelligente en toutes circonstances.</b>
Déterminer ce qu'est un comportement intelligent pour une SIO.
Déterminer des moyens pour réduire la rigidité de la gestion imposée par la mise en place d'une infrastructure des processus.
Déterminer une approche pour assurer l'existence d'un climat de confiance entre les intervenants incluant l'organisation.
Permettre un support aux fonctions individuelles, aux rôles et mettre en évidence l'importance de la contribution de chacun des employés.
<b>Résultat recherché : Assurer que la connaissance organisationnelle soit disponible.</b>
Déterminer des approches, des mécanismes qui permettent aux divers personnels de la SIO d'utiliser la connaissance organisationnelle et du domaine : <ul style="list-style-type: none"> <li>• gérer la connaissance de l'organisation;</li> <li>• acquérir, déployer et exploiter la connaissance;</li> <li>• déployer ou adapter les processus adéquats pour supporter la gestion de la connaissance dans la SIO;</li> <li>• définir des indicateurs pour mesurer l'impact des éléments déployés;</li> <li>• déterminer une approche pour assurer la prise en compte de la stratégie de l'organisation.</li> </ul>
<b>Résultat recherché : Assurer que les politiques de gestion ne font pas entrave à l'apprentissage.</b>
Déterminer des approches, des mécanismes qui s'appuient sur l'usage volontaire des divers personnels de la SIO de l'apprentissage : <ul style="list-style-type: none"> <li>• assurer que les politiques de gestion ne font pas entrave à l'apprentissage;</li> <li>• déployer ou adapter les processus adéquats pour supporter la gestion de l'apprentissage dans la SIO;</li> <li>• assurer que les ressources adéquates sont disponibles;</li> <li>• définir des indicateurs pour mesurer l'impact des éléments déployés;</li> <li>• déterminer une approche pour assurer la prise en compte de la stratégie de l'organisation.</li> </ul>
<b>Résultat recherché : Assurer que la SIO permet la coopération.</b>
Déterminer des approches, des mécanismes qui permettent aux divers personnels de la SIO d'utiliser leurs aptitudes de coopération dans une perspective intellectuelle afin de créer, d'innover et d'inventer (collectif) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• conserver un suivi des communications;</li> <li>• analyser les communications pour déterminer des approches innovantes;</li> <li>• déployer ou adapter les processus adéquats pour supporter la gestion de la connaissance dans la SIO;</li> <li>• définir des indicateurs pour mesurer l'impact des éléments déployés;</li> <li>• déterminer une approche pour assurer la prise en compte dans la stratégie de l'organisation.</li> </ul>
<b>Résultat recherché : Assurer la compréhension des marchés et des clients.</b>
Déterminer des approches, des mécanismes qui permettent la gestion de l'intelligence économique d'une SIO : <ul style="list-style-type: none"> <li>• effectuer la veille de la SIO (compétitive, technologique, marché);</li> <li>• déployer ou adapter les processus adéquats pour supporter la gestion de la connaissance dans la SIO;</li> <li>• définir des indicateurs pour mesurer l'impact des éléments déployés;</li> <li>• déterminer une approche pour assurer la prise en compte de la stratégie de l'organisation.</li> </ul>

### **3.9 Cadre de gestion**

Les entreprises sont des êtres complexes et incorporels, notamment les organisations à fort capital intellectuel (CI) comme les SIO. Pour définir l'ensemble des mécanismes structurels et systémiques mis en place pour soutenir la prise de décisions en vue d'atteindre les objectifs visés, elles s'appuient en général sur un cadre de gestion. Ce cadre repose sur une orientation conceptuelle servant de base à l'action et regroupe l'ensemble des fondements permettant l'application des principes de mise en œuvre des moyens humains et matériels disponibles pour atteindre les objectifs de l'entreprise. Le cadre de gestion est fondé sur une approche systémique. Comme le montre l'état de l'art, les actions sont actuellement réalisées dans une direction unique définie par le cadre utilisé, sans tenir compte du fait que l'entreprise est un organisme fondamentalement multidimensionnel et que les relations de cause à effet se présentent aussi selon plusieurs dimensions. L'implantation d'une IAC dans un axe provoque potentiellement des effets de bord sur tous les autres axes. Les programmes de gestion et particulièrement les PAC reposent généralement sur un aspect particulier de l'organisation.

#### **3.9.1 Expérimentation du cadre de gestion**

Aucune expérimentation n'a été conduite spécifiquement sur le cadre de gestion. Par contre, les activités du tableau 3.9 ont été réalisées de façon parallèle durant les activités des autres domaines d'expérimentation.

#### **3.9.2 Résultats attendus pour le cadre de gestion**

Lors des expérimentations, le développement d'un cadre de gestion devrait être fait en respectant les résultats recherchés précisés dans le tableau 3.9, qui est de définir un cadre intégré de gestion composé d'un agencement d'interrelations entre des éléments de différentes structures permettant d'obtenir un rendement optimal et une mise en œuvre rationnelle et coordonnée des moyens dont dispose la SIO. Un cadre conceptuel permettra aussi de considérer la multiplicité des orientations des cadres unidimensionnels. Comme le

démontre notre état de l'art, un tel cadre devra être doté d'un ensemble de mesures clés et de cibles de performance associées organisées dans des PI tels que le TB, le SMP et le SGS. Pour en assurer une gestion opérationnelle efficace, on devra doter l'organisation des informations sous-jacentes supportées par un système de gestion de l'information, comme le cadre conceptuel d'amélioration nécessite un grand ensemble de données dans les entreprises modernes (Barr, 1998). Cette réalité conduit à l'utilisation des TI comme support à leur gestion (Barr, 1998; Bloomfield, 2002).

Tableau 3.9 Activités de recherche pour le cadre de gestion

<b>Résultat recherché : Définir un cadre intégré de gestion.</b>
Créer et agencer les éléments des diverses structures en interrelations, déterminer leurs rapports en vue d'un rendement optimal et veiller à l'adaptation et à l'amélioration de la structure par un contrôle constaté.
Déterminer une approche pour la mise en œuvre rationnelle des moyens de production, de gestion et de coordination entre les différents organes et services de l'entreprise.
Déterminer un cadre conceptuel prenant en compte l'ensemble des orientations des cadres unidimensionnels et créer un SMP appuyé par un SGS souple et bidirectionnel.

### 3.10 Environnement de développement logiciel

Le travail à accomplir dans les SIO change continuellement et devient plus complexe de manière à satisfaire la croissance des éléments nécessaires pour améliorer l'efficacité et pour fournir des livrables aux fonctionnalités et aux capacités nouvelles. La gestion des activités nécessaires à l'EI doit être accomplie de la manière la plus automatisée possible car il est impraticable de la réaliser de façon manuelle. Dans ce contexte, la SIO doit mieux préparer ses forces de travail, automatisant plusieurs fonctions routinières et organisant le travail de manière à générer des PI plus efficacement. Le travail est étendu pour tirer avantage des capacités liées aux CI. Un système automatisé intelligent réalisant les tâches routinières devient essentiel. Cela permet aux employés d'affecter plus de temps à la compréhension et l'utilisation de leurs expertises sur des tâches plus demandantes.

### **3.10.1 Expérimentation d'un environnement de support à l'entreprise intelligente**

Ces travaux visent comme résultat la définition d'un environnement logiciel de support à l'EI ayant comme livrables un document de vision et un document d'architecture. Ils débuteront par la définition des besoins et des exigences des intervenants de façon à analyser les diverses alternatives de développement, de déterminer une architecture appropriée et les principaux risques technologiques. Les fonctionnalités recherchées par chacun des utilisateurs seront aussi établies permettant ainsi de déterminer les composantes nécessaires. Ces premières études nous conduiront à la définition d'une planification préliminaire qui sera revue à chacun des cycles. Le reste des travaux sera ensuite divisé en fonction des diverses composantes définies dans l'architecture initiale de manière à réduire les risques qui leur sont associés. Chaque étape de prototypage inclut un cycle qui conduit à la résolution de l'incertitude et à la réalisation de plusieurs prototypes. Les livrables de cette phase seront des documents de spécifications des requis, les prototypes et les cahiers d'expérimentations.

### **3.10.2 Résultats attendus pour l'environnement de support à l'entreprise intelligente**

L'environnement de développement logiciel déployé aurait pour principal résultat de réduire les ressources dédiées aux traitements de données nécessaires pour répondre aux BI des gestionnaires d'une SIO. Les activités de recherche en découlant sont présentées dans le tableau 3.10.

Tableau 3.10 Activités de recherche pour l'environnement de développement logiciel

<b>Résultat recherché : Réduire les ressources dédiées aux traitements de données nécessaires pour répondre aux BI des gestionnaires d'une SIO.</b>
Minimiser l'utilisation des ressources pour s'assurer de l'efficacité, de la réactivité et de la participation à l'AQ, et garantir la livraison dans les temps de produits logiciels de qualité, en utilisant les ressources attribuées.
Déterminer une architecture technique et fonctionnelle pour une plateforme collaborative, multi-langue qui supporte l'ensemble des BI des utilisateurs, le pilotage et les opérations courantes d'une SIO de type PME.
Déterminer les besoins fonctionnels que le système devra réaliser.
Expérimenter par prototypage les fonctionnalités ayant le plus grand risque.
Définir les fonctionnalités du système.
Assurer le pilotage opérationnel, tactique et stratégique d'une SIO.
Assurer les fonctionnalités liées à l'EI.
Assurer les supports aux fonctionnalités relatives à la production.
Assurer le support relatif à la gestion de la production.
Intégrer à la plateforme les composantes logicielles nécessaires au SGS pour répondre aux BI des utilisateurs.
Intégrer à la plateforme les composantes logicielles nécessaires au SMP pour répondre aux BI des utilisateurs.
Intégrer à la plateforme les composantes logicielles nécessaires au support entourant les concepts de l'EI.

### 3.11 Retour sur la démarche

Ce chapitre a présenté le but visé par nos travaux, les objectifs spécifiques à atteindre, la démarche expérimentale et, pour chacun des domaines d'expérimentation, les résultats recherchés ainsi que les activités de recherche. Le prochain chapitre présente le rapport sur les diverses expérimentations conduites dans les deux SIO hôtes.



## CHAPITRE 4

### RAPPORT SUR LES EXPÉRIMENTATIONS

Ce chapitre présente le déroulement et les résultats des expérimentations réalisées dans le cadre de nos travaux ayant comme but d'affirmer ou d'infirmer nos objectifs. Ce chapitre reflète les efforts consentis pour réaliser notre plan d'expérimentation présenté dans le chapitre 1. Pour les SIO visées, le développement d'un logiciel fiable, utilisable et livré en temps voulu conformément au budget fixé constitue un défi difficile à relever, l'augmentation de la complexité, de la taille et de l'importance des projets logiciels amplifiant ces problèmes. Les mécanismes déployés pour améliorer une SIO ne doivent pas compromettre sa pérennité.

Ce chapitre suit l'ordre chronologique de réalisation des expérimentations. Toutes nos expérimentations se divisent en deux sous-groupes, d'abord celles dans la première SIO puis celles réalisées dans la seconde qui seront exécutées parallèlement avec un décalage d'un mois de façon à intégrer directement les résultats des projets à l'autre SIO.

1. Le premier groupe de travaux consistait à amasser les données et à en faire une analyse des situations dans les PME.
2. Le second groupe portera sur des explorations de déploiement de BP que nous évaluerons ensuite par des mesures.
3. Le troisième groupe de travaux cherchera une approche pour juger de l'amélioration réelle causée par les initiatives.
4. Le quatrième groupe explorera l'utilisation de TB comme support au pilotage en assurant une gestion moins lourde des indicateurs et un suivi plus efficace des approches pour s'assurer que les mécanismes mis en place seront maintenus.
5. Le cinquième groupe explore les impacts des PAC dans les SIO de type PME.
6. Le sixième groupe porte sur la détermination d'une approche pour s'assurer que les efforts des PAC soient coordonnés de manière à apporter une amélioration globale et permanente à l'organisation.

7. Finalement, pour s'assurer de cette permanence de manière effective, des approches tirées de l'EI seront examinées et expérimentées.

#### **4.1 Évaluation de la situation initiale**

Nous présentons notre démarche d'évaluation de la situation actuelle et les principaux résultats dans les deux SIO. Nos activités ont débuté par la collecte des données disponibles sur les projets antérieurs qui se divisent en trois catégories :

1. Les données comptables (feuille de temps, contrats, transactions);
2. Les données techniques (code, temps d'exécution, documentation);
3. L'étude des procédés utilisés dans la fabrication du logiciel.

Les données brutes ont été, dans la mesure du possible, transformées pour correspondre au modèle d'infrastructure retenu de manière à être en mesure d'exécuter des études comparatives entre la situation présente et les diverses évolutions. Les données furent d'abord réunies dans un chiffrier puis transférées et analysées dans une base de données (BD) en facilitant l'accès et le traitement. Les travaux ont ensuite porté, dans la première et la seconde entreprise, sur une tentative de cartographie de processus. Un sondage sur la satisfaction de la clientèle avait été réalisé le mois précédent le début de nos travaux, ces données sont prises en considération. Nous avons ensuite procédé à l'analyse de la situation des organisations.

Leurs bilans sont assez similaires (annexe IX) même si la seconde appuie théoriquement son développement sur un cycle de vie en spirale issu des processus unifiés (PU) tandis que la première se fonde uniquement sur la capacité de ses experts. Les processus ne sont pas stables d'un projet à l'autre même si elles traitent généralement des projets faisant usage de la même technologie. Des documents sont complétés et remis au client de façon systématique dans tous les projets. D'une façon générale, elles ont une approche artisanale de la fabrication du logiciel qui repose sur l'expertise de chacun. La coordination des activités est assurée par

le responsable du compte client qui détermine avec les autres responsables les priorités des activités à réaliser. Le travail est ensuite divisé entre les différents experts. L'intervention d'un héros assurant le succès du projet est souvent nécessaire. Les approches utilisées varient d'un responsable de projet à l'autre et même entre deux projets réalisés par le même chef de projet. La seconde entreprise a réalisé plusieurs efforts pour se structurer mais les résultats ont été décevants selon les dirigeants. L'analyse du code avec des outils a démontré le faible niveau de qualité du code. Une liste des principaux problèmes pour chacune des SIO a été développée (annexe IX).

#### **4.2      Expérimentation de déploiement d'une infrastructure des processus**

Pour arriver à leur fin et mener leurs développements et leurs maintenances logicielles les SIO peuvent mettre en place une infrastructure des processus et les BP associées. L'état de l'art nous a montré que ces pratiques devraient améliorer la capacité de l'organisation à atteindre ses objectifs (coût, délai de fabrication, fonctionnalité, qualité). Nos travaux proposent l'expérimentation de cette approche dans les SIO de type PME. Nous croyons que ce déploiement permettra d'améliorer le taux et la longévité d'utilisation des BP tout en assurant une base pour l'application de PAC et du benchmarking.

Après notre étude de l'état de l'art, trois infrastructures ont été étudiées soit : le CMMI, ISO9000 et le ISO/SPICE. Étant donnée la disponibilité de la documentation, des formations et de l'expertise, nous avons retenu le CMMI. Une infrastructure propose ce qui doit être fait mais ne spécifie pas comment le faire. Nous sommes donc allés chercher dans la littérature et dans certains guides de BP les éléments nécessaires. Nous avons organisé l'intégration des capacités nécessaires aux processus selon les niveaux de maturité et selon les domaines. Chaque conception du processus sera déployée dans le cadre d'un projet. Pour répondre aux exigences du CMMI, un processus opérationnel se caractérise par « l'existence de pratiques et de documentation, par sa mise en œuvre obligatoire, par l'existence d'une formation appropriée à sa réalisation et à ses mécanismes de mesure de ses performances ainsi que par son potentiel d'amélioration » (Paulk *et al.*, 1993a). Ils doivent assurer leur maintenance de la

même façon que pour un produit. Pour chaque processus, nous avons donc décrit ce qu'est et ce que fait le processus, la gamme des résultats attendus et les éléments nécessaires (livrable, types de ressources, compétences, BP, ...). Une bibliothèque, accessible à l'échelle de l'organisation, se rapportant au processus a été mise sur pied en vue de stocker les informations sur les processus.

#### **4.2.1      Expérimentation 1 : Netcom**

Dans cette section les activités et les processus qui ont permis de déployer le plan de mise en place du niveau 2 du CMMI et les résultats obtenus sont présentés. Durant ces travaux un étudiant de maîtrise de l'université de Savoie à Annecy est venu se joindre à l'équipe. Ce stage de six mois était nécessaire à l'obtention de son diplôme.

##### **Niveau 1 : Application de bonnes pratiques**

Nos premiers travaux ont porté sur la mise en place de BP que nous croyions qu'elles permettraient de réduire les problèmes identifiés lors de l'évaluation de la situation. Nous avons retenu les trois situations les plus critiques de notre liste : le taux élevé d'activités de maintenance de logiciel, l'insatisfaction des clients face aux nombreuses pannes et les résultats d'une analyse du code et de la documentation. Elles nous permettent de conclure que la faible qualité du produit logiciel est la cause principale des problèmes de l'entreprise. La mise en place d'une BP de documentation automatique du code a été réalisée au travers des activités de formation et renforcée par des vérifications manuelles. Une norme de documentation du code a aussi été adoptée par l'équipe. Cette BP demeure, après plus d'un an, en usage chez plus de 90% des programmeurs. La seconde BP a porté sur l'intégration dans les pratiques de la réalisation de tests unitaires, puis des tests intégrés. Les activités associées ont été : une formation de base aux programmeurs sur la notion de tests, secondée par un expert conseil qui réalisa les interventions ponctuelles de support au programmeur. La majorité des programmeurs ont graduellement abandonné la pratique. Après deux mois seulement 30% continuent à faire des tests unitaires, 10% à faire des tests intégrés et plus

personne ne fait de tests de système car les requis nécessaires à cette activité ne sont pas gérés. De plus, plus le délai avant livraison est court plus la BP est abandonnée.

La mauvaise gestion des composantes logicielles cause des pertes en temps de recherche, en reprogrammation et en erreurs de mise en production ainsi que des pertes de revenu importantes à l'organisation. La réintroduction continue d'erreurs dans les logiciels en production a comme conséquence de produire une perte de confiance importante des clients dans la qualité du logiciel. L'analyse des données recueillies montre que le problème initial vient de la mauvaise gestion du code source qui est traité de manière individuelle par chaque programmeur. Le produit final se retrouve sur la machine de la personne responsable de l'intégration et du déploiement en production. Ceci se produit presque dans 80% des cas. La mise en place d'une BP de gestion des composantes logicielles a pour objectif de conserver dans un lieu centralisé l'ensemble des composantes et de les organiser. Un logiciel de support de cette BP a été acquis par l'organisation. Les activités associées à la mise en place de la BP ont été : une formation, installation et déploiement du logiciel, intégration du code des projets et support au programmeur. La mise en place de cette BP a entraîné un enthousiasme de l'ensemble de l'équipe. D'ailleurs elle est toujours en usage. Un sondage interne montre que la confiance dans le fonctionnement des clients a augmenté de 10%. Par contre plusieurs pratiques essentielles dont la gestion des versions et la gestion des branches ont été abandonnées dans l'année qui a suivi.

De nombreuses, longues et souvent difficiles discussions ont lieu entre les représentants des clients et l'équipe de développement pour clarifier les demandes, décrites par contrat mais souvent mal balisées, créant une tension importante et une grande partie de l'insatisfaction générale. Nous avons évalué que cette situation crée 20% de l'insatisfaction des clients. La mise en place d'une BP permettant de gérer la compréhension des requis dès les premiers contacts client, conservant dans un lieu accessible une liste descriptive des requis est rendue disponible. Cette BP a été abandonnée rapidement malgré les efforts de la direction pour la maintenir, le problème venant que l'application de cette BP n'a pas d'impact réel sur la problématique. Le problème doit être solutionné par une approche beaucoup plus large.

## Niveau 2 : Mise en place du niveau reproductible

L'objectif du niveau 2 du CMMI repose sur le déploiement de processus disciplinés de gestion des projets qui « permettent à l'organisation de reproduire des pratiques éprouvées lors de projets antérieurs, même si les processus utilisés pour le projet en cours sont différents » (Paulk *et al.*, 1993a). Une entreprise qui se trouve au niveau deux du CMMI assurera une gestion de projet organisée par le suivi d'un plan et des processus associés. Les procédures permettant l'application de ces directives doivent être établies pour cela les pratiques spécifiques et les pratiques génériques nécessaires pour répondre aux buts seront mises en place. Le but générique de ce niveau est de s'assurer que les processus sont institutionnalisés en tant qu'un processus géré qui est alors planifié, exécuté, supervisé, contrôlé, en accord avec les politiques organisationnelles établies et suivies par du personnel compétent ayant l'autorité permettant d'assigner les responsabilités nécessaires au travers du cycle de vie et des ressources adéquates pour réaliser des produits résultants contrôlés.

Dans le cadre de nos travaux les domaines des processus de niveau 2 du CMMI ont été mis en place selon l'ordre où ils apparaissent dans le cycle de développement du logiciel retenu dans le projet et ceci parce que l'intégration se fait en fonction du développement des divers projets. Le domaine de gestion des fournisseurs n'a pas été pris en compte dans ces travaux dû à l'impact minimal sur les projets ou l'impossibilité d'influencer sur leur détermination. Le domaine de la mesure et de l'analyse a été présenté dans une section séparée dû à son impact sur nos présents travaux. Nous avons mis en place des pratiques génériques qui s'assurent que les processus associés avec le domaine de processus seront effectifs, répétables et durables. Durant cette étape des activités pour mettre en place ce but ont été planifiées, puis réalisées. De plus, il doit être évalué et révisé pour s'assurer du respect de la conformité d'usage avec sa description. Dix pratiques génériques ont été mises en place pour répondre à cette demande. D'abord une série de politiques a été définie et intégrée dans les pratiques. Une cartographie a été réalisée incluant la description des processus, des activités et des intervenants.

Dans le cadre de la mise en place de ces processus trois projets de développement logiciel furent impliqués sur une période d'une année :

1. Un petit projet de développement d'un site de commerce en ligne impliquant quatre ressources fût visé. Le chef de projet avait déjà été sensibilisé aux BP de gestion de projet;
2. Un site de commerce électronique plus générique impliquant la gestion de l'inventaire et le lien avec les principaux systèmes de gestion a aussi été utilisé comme base d'expérimentation;
3. Un jeu multi joueurs, multi plateformes.

Pour chacun des objectifs à atteindre dans un domaine de compétence, nous proposons une mesure permettant d'en évaluer le niveau de réussite selon une cible établie.

Dans le reste de la section, nous présenterons les choix et les expérimentations réalisées pour la mise en place des diverses pratiques nécessaires à chacun des domaines.

### **Mise en place du domaine des processus de gestion des requis**

Trois expérimentations sur le déploiement des processus liés au domaine de gestion des requis furent appliquées sur les projets. La première a porté sur la définition des processus nécessaires pour répondre aux pratiques spécifiques dans un premier projet. Pour la seconde, un logiciel de gestion des requis fut intégré dans la pratique et les processus furent adaptés. Finalement, l'ensemble des logiciels nécessaires furent expérimentés dans le dernier projet.

Nos premiers efforts ont porté sur la compréhension des requis logiciels par l'ensemble des intervenants en respect de la norme IEEE830 (IEEE, 1998a). Notre objectif est d'aider les clients à décrire le plus clairement possible ce qu'ils veulent et l'équipe à comprendre ce que le client veut de manière à établir un accord sur ce qu'il faut faire. Un document de spécification des exigences logicielles a été expérimenté. Le modèle de cas d'utilisation a été

retenu auquel on a joint une documentation textuelle présentée comme des formulaires standards qui viennent détailler les objets du modèle. L'accord des intervenants est obtenu de façon continue par l'intermédiaire d'un logiciel gérant ces acceptations. Durant les autres étapes de la réalisation, les changements sont notés et un historique des modifications est conservé. Le tableau 4.1 présente une description des processus du domaine tel que déployé.

Nous avons développé un prototype logiciel qui gère la documentation selon un format standard, chacun des requis formant un référentiel des exigences. Le logiciel décrit le but du produit logiciel, les contraintes et objectifs qui définissent et bornent le projet logiciel. Le logiciel assure que les plans de développement, les produits et les activités logicielles sont cohérents avec les exigences allouées. Les mesures mises en place permettent d'assurer le contrôle des exigences allouées au logiciel. La figure 4.1 présente les relations et les activités pratiques qui doivent être réalisées pour répondre aux buts de la gestion des requis.

Tableau 4.1 Domaine de gestion des requis

<b>Objectif</b>	<b>Établir une compréhension commune entre les intervenants des exigences du client que le projet logiciel et les composantes doivent satisfaire.</b>	
<b>But</b>	SG1 : Gérer les requis (et les inconsistances dans les plans et les produits sont identifiées). GP2 : Fournir les ressources nécessaires.	
<b>BP spécifique</b>	Obtenir une compréhension des requis; Gérer les changements aux requis; Identifier les inconsistances entre les livrables du projet et les requis.	Obtenir l'implication dans les requis; Maintenir la traçabilité des requis;
<b>Constitue</b>	Le fondement de l'estimation, de la planification, de la mise en œuvre et du suivi des activités du projet logiciel durant tout le cycle de vie.	
<b>Réaliser</b>	La définition des requis est réalisée principalement dans la phase d'analyse. Les cas d'utilisation joints à une description textuelle ont été retenus comme outil principal pour présenter les requis. Un logiciel de modélisation basé sur le Unified Modeling Language (UML) (NoMagic, 2000) (MagicDraw) a été déployé ainsi qu'un outil de modélisation des scénarios. Des modèles tels qu'entité-relation, séquence, diagramme de flux de données peuvent aussi intervenir dans la clarification des requis. Pour réaliser ce contrôle l'analyste passe en revue les exigences système initiales et révisées allouées au logiciel afin de clarifier toutes les questions avant leur prise en charge par le projet logiciel. Lorsque les exigences sont modifiées, les plans, les produits de travail et les activités logicielles affectés sont adaptés de façon à rester cohérents. Des ressources et un financement suffisants sont fournis pour la gestion des exigences allouées. On doit donc tenir compte des contraintes inhérentes au projet, prendre les mesures appropriées pour s'assurer que les exigences système allouées au logiciel soient documentées et contrôlées. Il existe une relation entre la définition des requis et la gestion de la soumission, l'estimation des coûts et de la planification. Il fournit une base pour l'évaluation des coûts et de l'échéancier.	

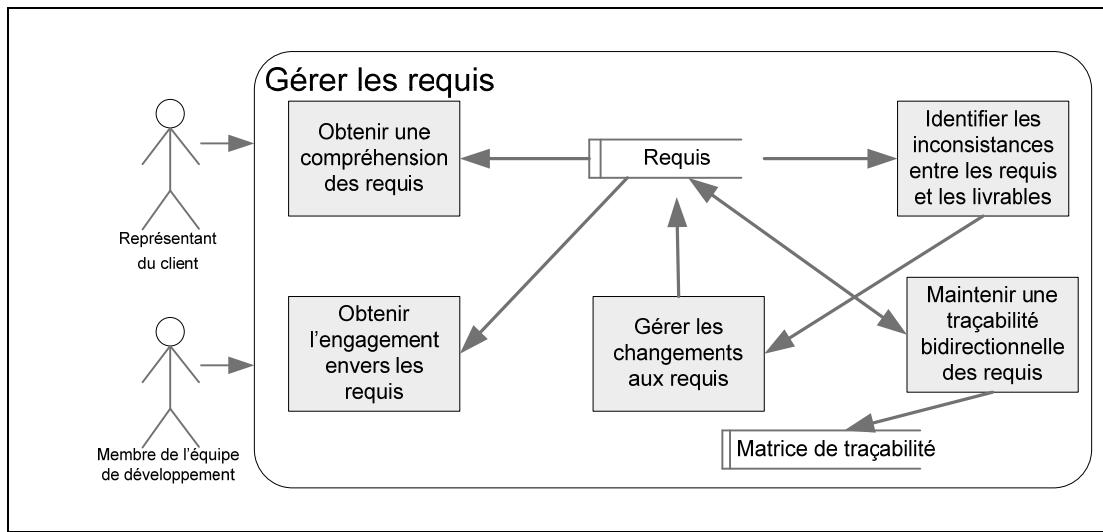


Figure 4.1 Gérer les requis

### Mise en place du domaine des processus de planification de projet

Trois expérimentations sur le déploiement du domaine des processus de planification de projet ont eu lieu et furent appliquées sur les mêmes projets que précédemment :

1. Le développement de ces éléments du processus en les utilisant avec un support bureautique minimal appliqué à un projet basé sur un cycle de vie en cascade;
2. Un logiciel de gestion de projet a été utilisé et la définition des processus a été affinée;
3. Les processus ont été expérimentés et adaptés pour prendre en compte l'utilisation de divers outils logiciels.

Dans la première étape du projet de mise en place de l'infrastructure des processus du domaine, un cycle de vie du logiciel, avec des phases prédéfinies de taille maîtrisable, est défini à partir de la proposition de réalisation présentée dans le tableau-A IX-29 en annexe IX. L'identification des produits du travail logiciel est faite à partir d'une banque de gabarits prédéfinis adaptés des normes de l'industrie. Parallèlement à la réalisation du premier projet,

une encyclopédie des cycles de vie a été créée qui décrit l'ensemble des phases, activités, ressources et les divers biens livrables. Un logiciel de gestion de projet a ensuite été intégré ainsi les données de planification logicielle sont enregistrées, gérées et contrôlées.

Un logiciel de gestion de l'encyclopédie des cycles de vie contenant une description des méthodologies basées sur les types de cycle a été développé puis déployé. Le chef de projet choisit selon les besoins du projet le cycle de vie le plus approprié et les éléments méthodologiques associés, l'adaptant aux besoins particuliers. Le processus logiciel défini devient une version adaptée du processus logiciel standard. Les risques associés sont identifiés, évalués et documentés, puis une grille d'évaluation identifie les niveaux de risque pour les facteurs par catégorie du projet. Les risques sont analysés et classés par priorité dans une liste selon leur impact potentiel. Les dix à vingt facteurs les plus risqués sont retenus. Des efforts sont conduits pour réduire les plus importants. La figure 4.2 présente les relations et activités à réaliser pour répondre aux buts de la planification des projets.

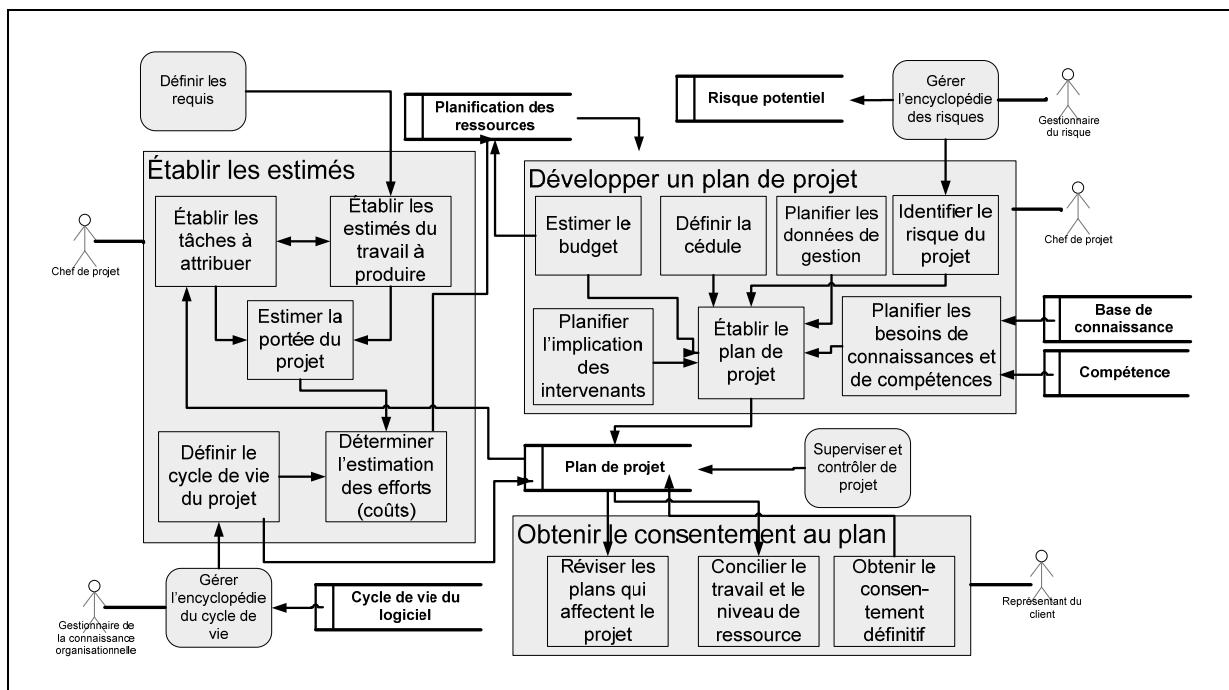


Figure 4.2 Processus de planification d'un projet

## Mise en place du domaine des processus de supervision et contrôle du projet

La première expérimentation a porté sur le déploiement du processus tel que décrit dans le tableau-A IX-30 en annexe IX utilisant les logiciels déployés dans la planification de projet. Dans la seconde expérimentation des logiciels de gestion de l'affectation et de feuilles de temps ont été mis en place et les descriptions de processus furent adaptées permettant de s'assurer que des ressources suffisantes sont fournies. Finalement les divers processus furent affinés. Il a été difficile de concilier les divers chefs de projet pour définir un plan de projet standard. La mise en place de la feuille de temps détaillée a permis de comparer les valeurs attendues avec les valeurs réelles. Par contre la partie subjective sur le niveau d'avancement qui est fournie par les membres techniques demeure importante. Nous avons donc décidé d'appliquer une approche qui considère uniquement ce qui est complètement terminé, la difficulté reposant sur la taille du jalon. La figure 4.3 présente les relations et les activités qui doivent être réalisées pour répondre aux buts de la gestion des projets.

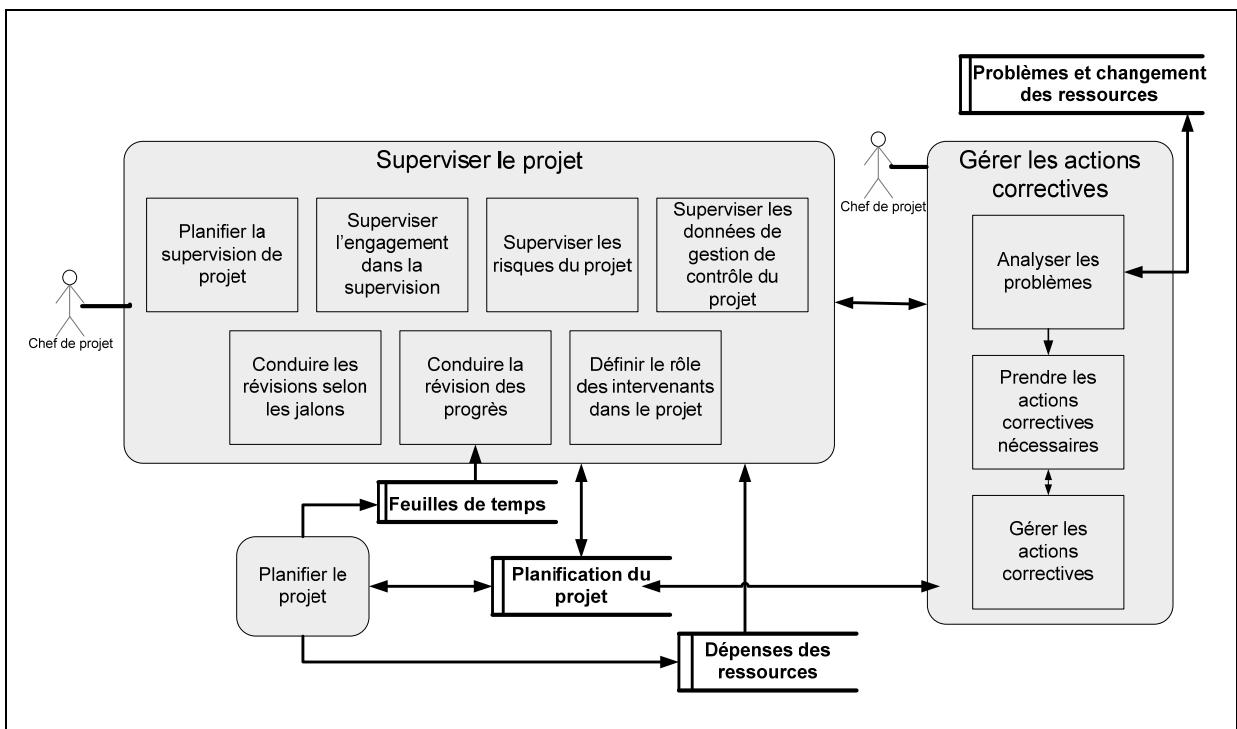


Figure 4.3 Domaine des processus de supervision et contrôle du projet

## **Mise en place du domaine des processus liés à l'assurance qualité des produits et des processus**

Dans le premier projet quatre expérimentations sur le déploiement du domaine ont eu lieu et furent appliquées sur les mêmes projets que précédemment :

1. La première a examiné diverses approches pour la mise en place d'un programme d'AQ et plusieurs éléments furent expérimentés;
2. La seconde a permis la définition puis le déploiement du processus tel que défini dans le tableau-A IX-31 en annexe IX;
3. La troisième a affiné les processus d'AQ;
4. La quatrième a exploré des mécanismes pour atteindre les divers buts spécifiques.

Lors des deux autres projets, des modifications furent apportées aux processus mis en place. Les logiciels et greffons (« plugins ») retenus pour supporter ces processus sont présentés en détails dans l'annexe III, ainsi que les critères ayant mené à leur sélection.

La première série d'expérimentations, faisant suite à l'exploration de BP, a porté sur la définition des actions directes faites sur le code à partir de BP issues des XP et de l'approche agile : l'automatisation de la documentation et la mise en place de standards, l'utilisation de la vérification de la conformité du code et des feuilles de style et l'automatisation des tests unitaires et des tests intégrés. Un outil logiciel est utilisé pour valider que tous les liens conduisent au bon endroit sur le site. Deux environnements de développement intégrés furent retenus comme plateforme de développement. La seconde expérimentation a porté sur la mise en place d'outils de vérification de la qualité du code : pour le respect du style, pour la vérification des erreurs. Des formations en ligne ont été mises à la disposition des personnels impliqués. Pour améliorer l'architecture logicielle une formation sur les patterns a été mise à la disposition des programmeurs sur le web. Les dernières approches ont augmenté de manière significative la qualité du code produit mais elle a aussi augmenté initialement à 20% le temps de développement pour se stabiliser à 10% lors des projets subséquents. On a

aussi noté une baisse des coûts de maintenance d'environ 10% et une augmentation de la satisfaction des clients notable mais dont l'impact est difficilement mesurable.

Dans la seconde expérimentation les processus furent documentés, certaines activités ont été ajoutées, modifiées et affinées pour répondre au CMMI en permettant de réaliser l'évaluation objective des produits logiciels issus des travaux liés au cycle de vie logiciel. Divers logiciels d'évaluation de la qualité du code sont mis à contribution. Les activités liées aux processus permettant de fournir une vue objective de la situation de l'AQ ont été mises en place permettant ainsi l'enregistrement, la communication et le suivi des problèmes ou des éléments de non-conformité jusqu'à la résolution. Elles sont supportées par un logiciel de gestion des défauts. L'abandon par 60% des programmeurs de l'utilisation des technologies précédentes prétextant le manque de temps causé par des délais trop courts de livraison nous a obligé à repenser l'approche. Dans un marché très concurrentiel une augmentation des coûts des projets causée par l'ajout de ressources à la qualité représentait trop de pertes contrat. L'objectif est de trouver une approche qui produit une qualité acceptable pour le client à l'intérieur des budgets. L'automatisation de l'AQ semble une solution essentielle mais partielle au problème de la qualité, qui doit être atteinte dans la qualité des gestes de tous les jours actions.

Le troisième groupe d'expérimentations a porté sur la mise en place des activités liées à la documentation de l'AQ selon les normes en usage dans l'industrie. Un manuel de qualité a été développé ayant pour objet de décrire le système de gestion de la qualité au sein de l'organisation. Un gabarit de plan d'AQ pour les projets qui inclut les différents tests de tous les niveaux à réaliser a été défini. La mise en place dans le processus d'une validation des requis avec le client basée sur la réalisation commune d'un test d'acceptation. Le processus de vérification a été renforcé par l'utilisation d'un système de liste de vérification. Le quatrième groupe d'expérimentations a porté sur la mise en place de bâtit (Build) et d'un environnement de production basé sur trois serveurs (développement, pré prod et production) ainsi que déploiement d'un logiciel de forge (annexe III). La figure 4.4 présente les liens entre les activités qui doivent être accomplies pour répondre aux buts de l'AQ.

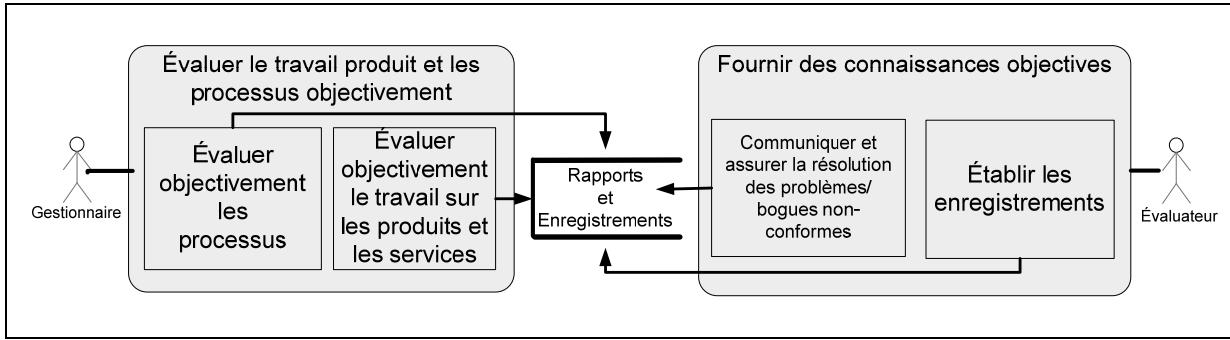


Figure 4.4 Domaine des processus liés à l'assurance qualité des produits et des processus

## Mise en place du domaine des processus de la gestion de la configuration

Le premier projet logiciel a permis de définir les processus liés aux activités relatives uniquement à la programmation. Un plan de configuration a été créé, puis expérimenté dans le projet. Ce plan a ensuite fait l'objet de discussions entre les divers intervenants pour définir un plan gabarit pour les autres projets. Un serveur de fichiers a été utilisé comme entrepôt de code mais plusieurs problèmes d'intégrité sont survenus. Cette approche a été abandonnée pour la gestion du code mais elle est toujours utilisée pour la gestion des fichiers multimédia (images, sons, ...).

Dans le second projet, une bibliothèque de référentiels logiciels a été acquise et intégré aux pratiques par l'organisation après exploration des outils disponibles sur le marché. Diverses formations sur le logiciel ont eu lieu. Le troisième projet a permis le déploiement des approches pour la gestion des erreurs et de leur suivi.

La gestion des versions de livrables a aussi été abordée mais plusieurs problèmes demeurent. La synthèse des pratiques mises en place se retrouvent dans le tableau-A IX-32 en annexe IX. La figure 4.5 exprime les rapports entre les diverses tâches qui doivent être exécutés pour convenir aux buts de la gestion de la configuration.

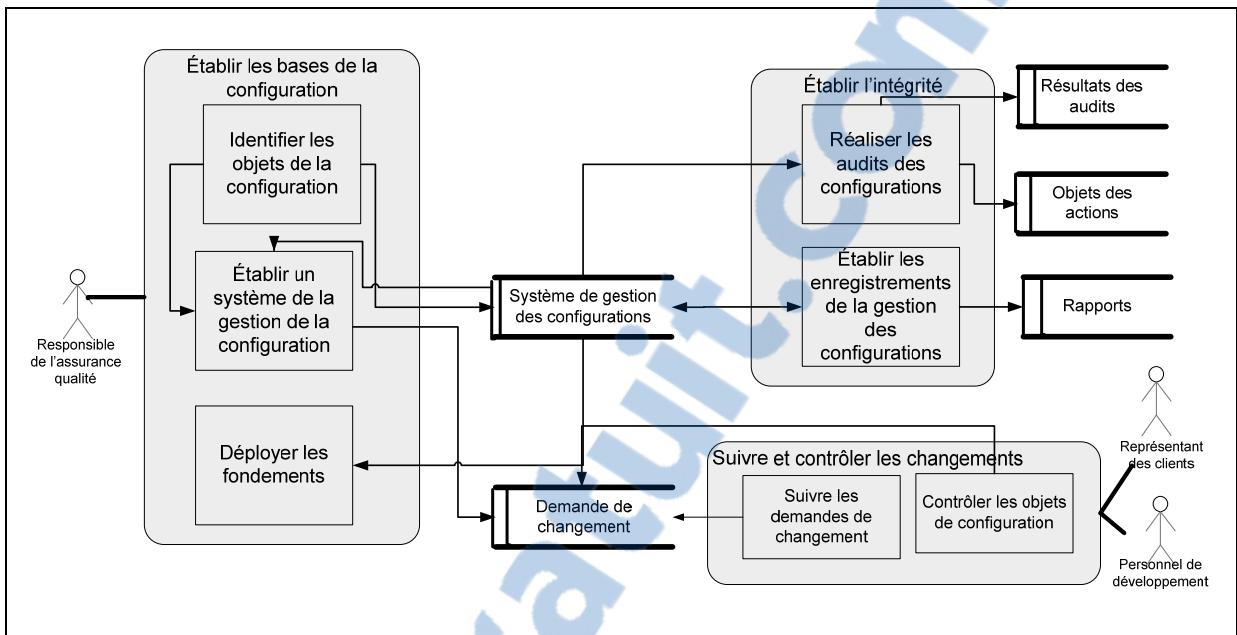


Figure 4.5 Domaine des processus de la gestion de la configuration

### Évaluation de la situation

L'état de l'art a permis de comparer plusieurs approches pour l'évaluation des organisations. Nous avons retenu l'approche SCAMPI du CMMI (SCAMPI, 2001) parce qu'elle est la plus adaptée à une auto-évaluation des processus. De plus, nous avions accès à plusieurs outils d'évaluations, des formations et aux documentations essentielles ainsi que l'accès à une ressource expérimentée. Les deux organisations ont aussi l'intention de créer une expertise interne pour assurer les suivis des futures évaluations. Nous avons évalué la situation d'une PME dans son ensemble pour le niveau deux à l'exception du domaine de la gestion des fournisseurs après une année de la fin du déploiement. Le tableau 4.2 présente une synthèse des activités et des tâches réalisées sur trois semaines par une seule ressource. Le président-directeur général et le conseil d'administration (CA) sont les demandeurs des présents travaux ce qui permet de nous assurer d'obtenir un engagement envers l'évaluation et les suivis.

Tableau 4.2 Grille d'activités de la première évaluation SCAMPI dans la première SIO

Titre	Description
<b>Phase 1 : Planifier et préparer l'évaluation.</b>	
<b>Étape 1.1</b>	Réaliser une analyse des requis.
Activités	1- analyser les besoins d'affaires; 2- documenter un benchmark crédible; 3- déterminer les objectifs de l'évaluation, les contraintes et la portée; 4- évaluer les domaines à risque potentiel.
Objectifs	Connaître l'amélioration réelle des processus mis en place. Assurer que les efforts ont amélioré la qualité des produits et réduit les risques et les coûts de développement.
Contraintes	La disponibilité réelle des ressources car on ne peut dédier qu'une seule ressource pendant deux semaines de manière permanente sur une période d'un mois.
Livrables	Document de planification.
<b>Étape 1.2</b>	Développer un plan d'évaluation.
Activités	1- identifier divers chemins possibles pour réaliser cette démarche; 2- identifier les besoins en ressource, des membres de l'équipe et des participants; 3- identifier les risques et développer un plan de migration si nécessaire; 4- planifier et gérer les divers aspects logistiques de l'évaluation; 5- assigner un responsable de la logistique pour le suivi des problèmes logistiques.
Objectifs	Documenter les considérations pratiques pour l'évaluation (requis, ententes, estimés, ...).
Contraintes	Cinq personne/semaine ont été attribuées selon les besoins aux divers personnels impliqués.
Livrable	Plan d'évaluation (horaire des activités, estimés, dates, durée, aspects et leurs dépendances).
<b>Étape 1.3</b>	Sélectionner et préparer l'équipe.
Activités	1- vérification des qualifications; 2- sélection des membres de l'équipe; 3- mise en place d'un programme de formation collective.
Objectifs	Former et informer de leur rôle, et des attentes les participants à l'évaluation.
Contraintes	Le responsable du projet agira comme évaluateur et leader de l'équipe.
Livrables	Programme de formation sur l'évaluation dans le cadre du CMMI.
<b>Étape 1.4</b>	Obtention et analyse des évidences objectives initiales.
Activités	1- développer des instruments pour amasser des données; 2- expérimenter des instruments.
Objectifs	S'assurer que l'équipe et les instruments sont prêts.
Contraintes	L'accès aux évidences contrôlées par l'équipe de développement.
Livrables	Documentation des stratégies de collecte de données (sources de données, outils et techniques) et les contingences pour gérer les risques associés au manque de données.
<b>Étape 1.5</b>	Préparer pour la collecte des évidences objectives.
Activités	1- réaliser une revue lisible; 2- examiner les preuves objectives disponibles; 3- déterminer dans quelle mesure les preuves recueillies sont suffisantes pour procéder; 4- préparer le plan de collecte de données; 5- réaliser la cueillette des évidences; 6- procéder à l'inventaire des évidences objectives; 7- constituer une base de données (BD); 8- élaborer un plan de collecte.
Objectifs	Déterminer les meilleures évidences.
Contraintes	Qualité des évidences et mesures possibles.
Livrables	Plan de collecte des données.

Tableau 4.2 Grille d'activités de la première évaluation SCAMPI dans la première SIO (suite)

<b>Phase 2 : Conduire l'évaluation.</b>	
<b>Étape 2.1</b>	Examiner les évidences.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. amasser, vérifier et valider les informations sur les pratiques en concordance avec le plan;</li> <li>2. créer une documentation des évidences par la création d'enregistrement;</li> <li>3. enregistrer les forces et les faiblesses de chaque élément.</li> </ol>
Objectifs	Déterminer les écarts avec les modèles déterminés précédemment.
Contraintes	Disponibilité des évidences.
Livrables	Documentation des évidences.
<b>Étape 2.2</b>	Générer les résultats de l'évaluation.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- dériver les éléments trouvés;</li> <li>2- évaluer les buts;</li> <li>3- déterminer le niveau de capacité, de satisfaction, les profils des domaines des processus.</li> </ol>
Objectifs	Définir et présenter le niveau de maturité de l'organisation.
Contrainte	Le niveau de subjectivité des mesures et évaluations.
Livrables	Documents des résultats d'évaluation.
<b>Phase 3 : Livrer les résultats de l'évaluation et orienter les actions.</b>	
<b>Étape 3.1</b>	Exposer les résultats avec les exécutifs.
Activités	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- une rencontre pour exposer les résultats avec les exécutifs ainsi qu'une seconde rencontre avec l'ensemble du personnel ont été accomplies.</li> </ol>
Objectifs	Exposer les forces et les faiblesses des processus en usage à ce moment.
Contrainte	Temps de réalisation.
Livrables	Présentation à l'exécutif et synthèse.
<b>Étape 3.2</b>	Grouper, archiver et planifier les prochaines étapes.
Activité	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- déterminer, grouper et archiver les éléments d'évaluation pour amasser les acquis.</li> </ol>
Objectifs	Fournir des rétroactions sur l'évaluation et conserver les éléments importants.
Contrainte	Limite de la vision des prochaines étapes.
Livrables	Tous les documents du projet d'évaluation.

Les observations et l'analyse réalisées par l'équipe ont permis de déterminer que les pratiques mises en place sont abandonnées ou exécutées de manière très partielle si elles ne sont pas en lien direct avec la réalisation d'un livrable client. Les pratiques non soutenues par un support informatisé sont plus rapidement abandonnées. Nous observons aussi que la mise en place de certaines pratiques liées à des processus entraîne des activités supplémentaires de gestion qui augmentent la charge mais qui ne sont pas essentielles aux livrables principaux. Cette tâche peut être réduite par une informatisation adéquate de ces activités. Les activités

relatives à la gestion de projet sont bien implantées et conformes car elles sont la responsabilité d'un petit groupe d'individus bien formés et leaders de la présente réforme.

La gestion des requis pose plusieurs problèmes particulièrement dans la clarté de la définition et de son impact. Les processus liés à l'AQ sont confus et mal compris par plusieurs intervenants. La définition incomplète ou non existante des processus d'affaires cause des problèmes importants sur les processus.

### **Mise en place des processus d'affaires**

Ces travaux ont été réalisés pour plusieurs motifs. D'abord nous voulons examiner l'hypothèse qu'il est impossible de connaître l'état de la situation organisationnelle sans une définition minimale de la structure des processus; cela inclut les processus d'affaires qui ne sont pas pris en compte jusqu'ici. Ensuite, pour la mise en place de la stratégie, il apparaît évident que la gestion des processus d'affaires est essentielle particulièrement pour les besoins des indicateurs relatifs à la perspective financière et clientèle. De plus, pour être en mesure d'expérimenter dans un contexte réel notre environnement de gestion de l'EI nous avons dû mettre en place les logiciels de gestion des processus d'affaires nous obligeant ainsi à mieux définir les processus impliqués. Onze macro-processus d'affaires ont été intégrés aux pratiques (annexe IX) en spécifiant les sous-processus, les ressources et les activités puis en les cartographiant grâce au logiciel de gestion des processus « Bonita » (BonitaSoft, 2006). La majorité des processus du CMMI s'inscrivent dans les macros processus de production et de la livraison des entreprises manufacturières et/ou de services. Étant donné l'importance et l'envergure du projet, un comité responsable du déploiement des processus a été nommé. Il comprend les actionnaires, le président-directeur général et le directeur des finances qui ont décidé de réaliser un projet pilote impliquant la mise en place du processus de gestion des ressources financières. Vu les premiers succès la direction a donc décidé de poursuivre ces activités. Les processus les plus pertinentes sont décrits de façon synthèse dans le tableau 4.3.

Tableau 4.3 Description des processus d'affaire déployés dans la première SIO

Processus	Description des actions posées
<b>Gestion des actifs physiques</b>	Un logiciel a été déployé, renforcé par une politique de gestion de l'acquisition du matériel incluant le parc informatique.
<b>Facturation et du service à la clientèle</b>	Cartographiés et légèrement modifiés pour correspondre aux besoins. Un logiciel assure déjà de manière automatique la facturation de l'organisation. Le service à la clientèle utilisait déjà un logiciel « Customer Relation Manager » (CRM) qui couvrait l'ensemble des activités et des tâches liées à ce processus.
<b>« Comprendre les marchés et les clients »</b>	A été étudié de façon détaillée durant l'état de l'art et l'expérimentation des approches de la mise en place des pratiques de l'EI particulièrement dans les aspects économiques et dans les processus de suivi des changements dans le marché. Les pratiques définies furent insérées dans les pratiques courantes et cartographiées. Un logiciel de questionnaire générique a été développé pour diverses raisons, dont l'évaluation de la satisfaction de clients.
<b>« Gérer l'information »</b>	On s'est limité à une évaluation du portefeuille corporatif et des besoins en informations. Ces travaux seront complétés et présentés au chapitre six.
<b>« Concevoir les produits et les services »</b>	Est géré de manière entièrement manuelle et cet ensemble de processus a été intégré dans le logiciel de cartographie mais pas les flux de travail. Notons qu'il ne faut pas confondre la conception des produits de l'organisation qui vise sa clientèle et le développement du logiciel qui est le noyau de son système de production.
<b>« Le marketing et la vente »</b>	Est réalisé par seulement deux individus, supportés par un logiciel de soumission et des requis.
<b>N'ont pas été traités lors de ce projet</b>	« Gérer les relations extérieures ». « Élaborer une vision et une stratégie ». « Gestion des améliorations et le changement ». « Développer et gérer les ressources humaines ».

### Projet basé sur le modèle IDEAL sur le processus de la gestion des risques

Nous présentons maintenant les résultats de l'exécution d'un projet d'un PAC. Ce cycle d'expérimentation est basé sur le modèle IDEAL proposé par le « Software engineering Institute » dans le contexte du CMMI (chapitre 1). Le tableau 4.4 présente une synthèse des activités réalisées. Notons qu'à cause des ressources disponibles, particulièrement la période de temps, un seul cycle du processus fut réalisé.

Tableau 4.4 Planification du projet d'amélioration continue du processus de gestion du risque

<b>Titre</b>	<b>Description des phases</b>
<b>Phase 1 : Amorce.</b>	
Activité	Définir les raisons d'affaires pour réaliser cette amélioration. Déterminer le contexte. Mettre en place l'infrastructure nécessaire.
Objectif	Tenter de réduire le nombre de projets produisant des pertes ou en réduire le montant.
Contrainte	PAC relativement modeste impliquant deux personnes pour une période de deux mois.
Livrable	Description du projet et une commandite pour un projet de PAC.
<b>Phase 2 : Diagnostic.</b>	
Activité	Étudier la situation actuelle. Définir l'état désiré.
Objectif	Développer une compréhension du travail à réaliser.
Livrable	Diagnostic.
<b>Phase 3 : Établissement du projet.</b>	
Activité	Définir les priorités de réalisation.
Objectif	Développer une compréhension du travail à réaliser.
Livrable	Plan de travail détaillé.
<b>Phase 4 : Action.</b>	
Activité	Stabiliser le processus dans les projets de développement d'applications. Conduire un projet pilote (Cinq étapes de raffinements successifs eurent lieu). Définir et d'implanter un processus à l'échelle de l'organisation.
Objectif	Mise en place de ce qui avait été planifié et conceptualisé précédemment.
Livrable	Nouveau processus.
<b>Phase 5 : Apprentissage.</b>	
Activité	Surveillance des processus. Formation continue des personnels.
Objectif	S'assurer que l'amélioration est réelle par l'analyse et la validation des activités.
Livrable	Rapport mensuel et des formations.

Suite à l'évaluation du niveau réel du déploiement de l'infrastructure des processus, on note que malgré une diminution notable de quinze pourcent de coûts de fabrication liée à une réduction du temps de réalisation, plusieurs projets ont posé des difficultés et ne sont toujours pas rentables. Un gain de dix pourcent doit encore être fait pour atteindre la rentabilité mais, plus important, la situation doit demeurer stable. Le fonctionnement de l'organisation est perturbé par le retard d'un projet, par le dépassement de ses coûts ou par la livraison partielle ou inadéquate des fonctionnalités attendues du logiciel, souvent causée par des problèmes

non prévus ou mal gérés. Cette situation met en péril l'organisation, ne lui permettant pas de profiter de plusieurs opportunités d'affaires.

On constate qu'un projet dans lequel le « risque est élevé possède de grandes chances de ne pas rencontrer ses objectifs et ainsi de dilapider les avoirs de l'organisation » (MSG, 2005). Aucune gestion des risques n'est réalisée dans l'organisation. Les gestionnaires croient que la gestion des risques peut contribuer de façon significative à l'amélioration de la performance de l'organisation en permettant une réduction des coûts en s'assurant de l'identification des problèmes potentiels avant qu'ils arrivent de manière à planifier et à appliquer des activités lorsque nécessaire dans l'ensemble du cycle de vie du produit, du projet ou de l'organisation. Leur recommandation est d'utiliser une stratégie de mise en place fondée sur trois niveaux soit : la gestion des risques opérationnels, la gestion continue du risque et finalement la gestion des risques organisationnels.

Seuls les deux premiers ont été abordés dans le présent contexte car il est nécessaire de maîtriser la gestion des risques dans chaque projet avant d'être en mesure de les gérer au sein d'une organisation dans laquelle plusieurs projets sont simultanément en cours de réalisation. On doit d'abord contrôler les risques résultant de la manière d'intégrer les ressources (humaines, méthodes, procédures, etc.) dans le cadre d'un projet logiciel avant d'être à même de gérer de façon continue des risques divers (MSG, 2005). L'équipe a mis en place les processus et les pratiques spécifiques pour répondre aux buts spécifiques proposés par le CMMI pour répondre aux besoins des risques opérationnels comme montré dans le tableau 4.4.

D'une manière générale, cette première expérimentation a permis d'améliorer la situation car ce projet a généré des profits, mais cet échantillon est trop petit pour conclure de manière définitive. Il est donc proposé de conduire des expérimentations complémentaires. L'utilisation de cette approche a effectivement permis de réaliser de façon éclairée et guidée un projet d'AC efficace. Par contre, aucun mécanisme ne permet d'assurer que cette amélioration soit globale à l'organisation.

### **Niveau 3 CMMI : Défini**

Cette section présente notre démarche dans la mise en place du niveau 3 du CMMI. Nous avons débuté par la définition des éléments relatifs à la gestion des processus. Nous avons ensuite procédé à l'intégration des aspects techniques. Notons que les aspects spécifiques aux risques avaient été examinés durant le projet précédent d'AC. La focalisation organisationnelle vers les processus a pour objectif d'« établir une responsabilité organisationnelle quant aux activités reliées au processus logiciel en vue d'améliorer l'ensemble des capacités du processus logiciel de l'organisation », ce qui devrait inclure une compréhension adéquate du processus du projet logiciel de la SIO, de ces projets ainsi que la coordination des activités (évaluation, développement, maintenance, amélioration) des processus (MSG, 2005; Pault *et al.*, 1993a). Le but générique pour ce niveau de maturité s'appuie sur les institutionnalisations des processus.

#### **Définition du domaine de gestion des processus logiciels de l'organisation**

Dans le cadre de ce domaine trois groupes d'expérimentation ont été conduits en ayant comme objectif de répondre à la description de conformité proposée dans le tableau-A IX-33 en annexe IX :

1. Dans la première expérimentation lors de la définition des processus un logiciel de gestion des configurations est utilisé comme bibliothèque contenant la documentation développée antérieurement en rapport avec le processus logiciel et pouvant être réutilisée;
2. Dans le second groupe des outils et méthodes d'ingénierie logicielle conformes à l'état de la pratique sont incorporés dans le processus logiciel standard de l'organisation, au besoin tel que décrit précédemment;
3. Le dernier groupe a intégré un outil de logiciel de modélisation qui a été retenu après diverses expérimentations telles que présentées au chapitre six à la section 6.4.3. Il assure aussi la gestion des flux de travail.

La figure 4.6 présente les activités devant être exécutées pour parvenir aux résultats attendus par la gestion des processus logiciels.

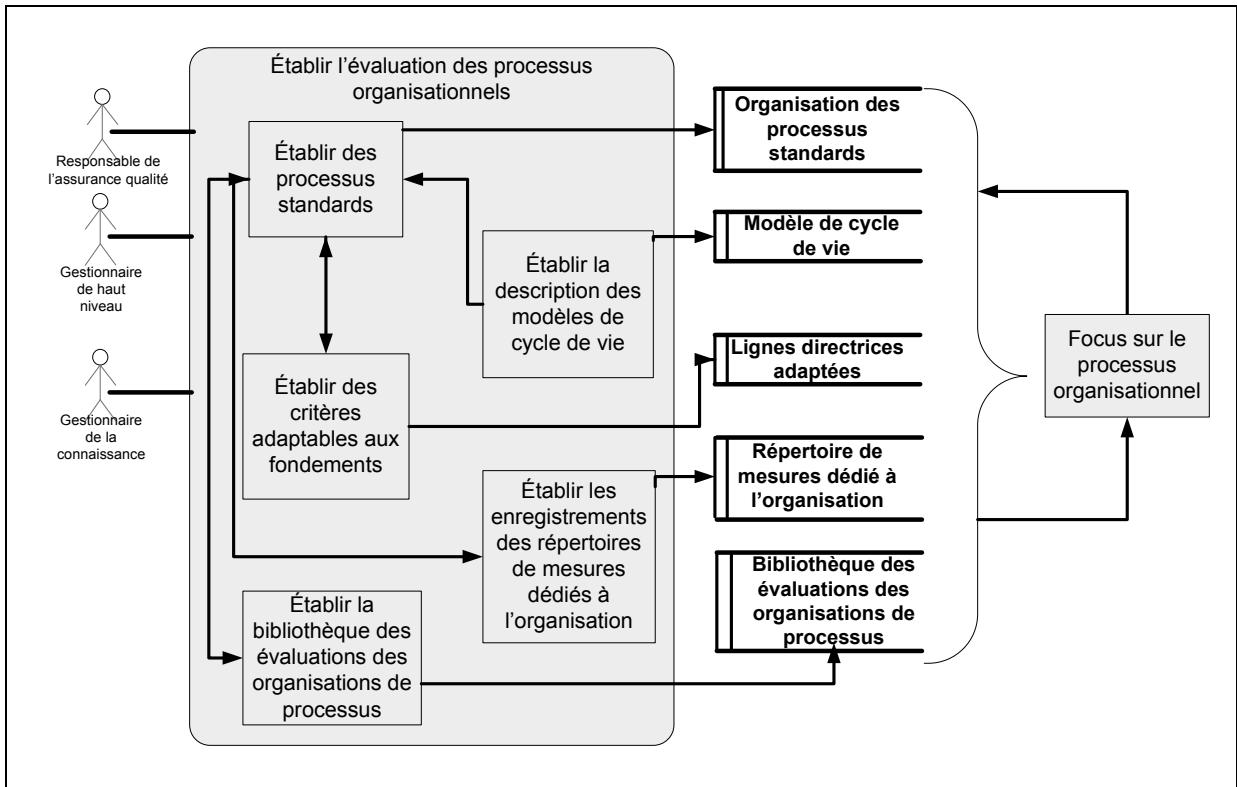


Figure 4.6 Définition de la gestion du processus logiciel de l'organisation

### Mise en place de la focalisation organisationnelle sur les processus

Comme le montre le tableau-A IX-34 en annexe IX deux buts spécifiques sont liés à ce domaine et formeront la structure fondamentale des processus de ce domaine. Dans les travaux précédents les processus ont été formalisés dans des textes à l'aide de traitement de texte. Ces derniers ont ensuite été déployés sur l'intranet de l'organisation. Cette approche n'offre pas de gestion facile ni d'affichage graphique automatique. De plus, le traitement des flux de travail automatiques demanderait beaucoup de ressources et de temps. L'étude comparative des logiciels disponibles sur le marché ainsi que la mise en place de la

cartographie des processus et leur gestion et le flux de travail ont été réalisées. Cet outil est lié au système de gestion des bonnes BP. Il permet la gestion des modifications et l'ajout d'informations pertinentes, pour s'assurer que le processus logiciel est évalué périodiquement et que des plans d'action sont dressés en fonction des constats d'évaluation. La figure 4.7 présente les activités devant être réalisés pour répondre aux buts de la gestion des processus logiciels. L'organisation a pris la décision de faire une évaluation générale de la situation aux six mois pour les deux premières années du déploiement de l'infrastructure.

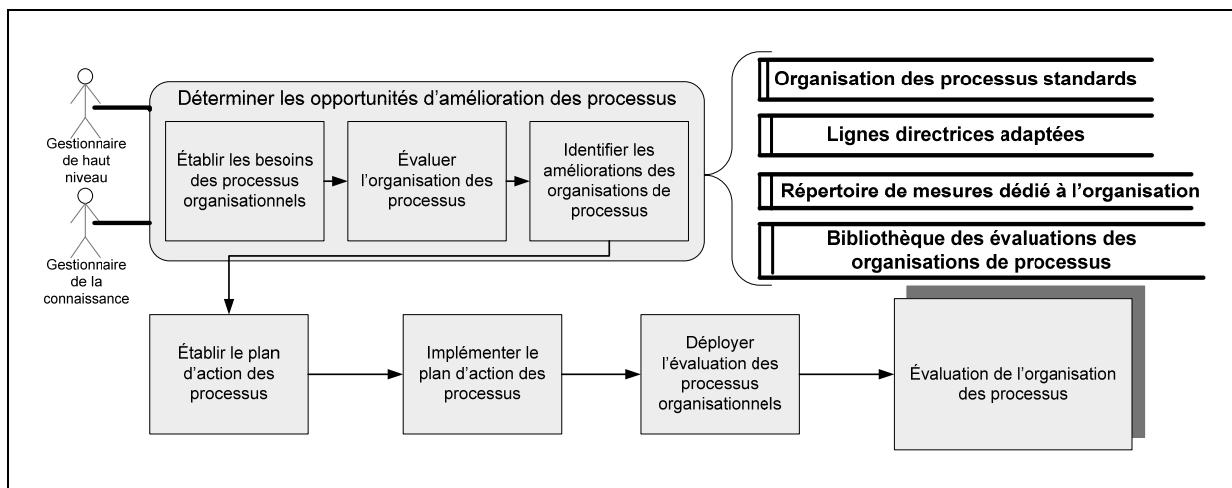


Figure 4.7 Focalisation organisationnelle sur les processus

### Mise en place du domaine de processus de programme de formation

La figure 4.8 présente les activités qui ont été déployées dans la SIO, suite aux diverses expérimentations, de manière à correspondre aux exigences tel que présentées dans le tableau-A IX-35 en annexe IX. L'évaluation des compétences de l'organisation utilise la structure du SWEBOK. La formation pour développer les connaissances et les compétences nécessaires aux divers intervenants pour jouer leurs rôles tant au niveau de la gestion que dans les aspects techniques du développement logiciel Des formations spécifiques sont

dispensées pour établir la base de compétences et pour répondre aux exigences spécifiques des projets ainsi que de s'assurer du développement des compétences des individus.

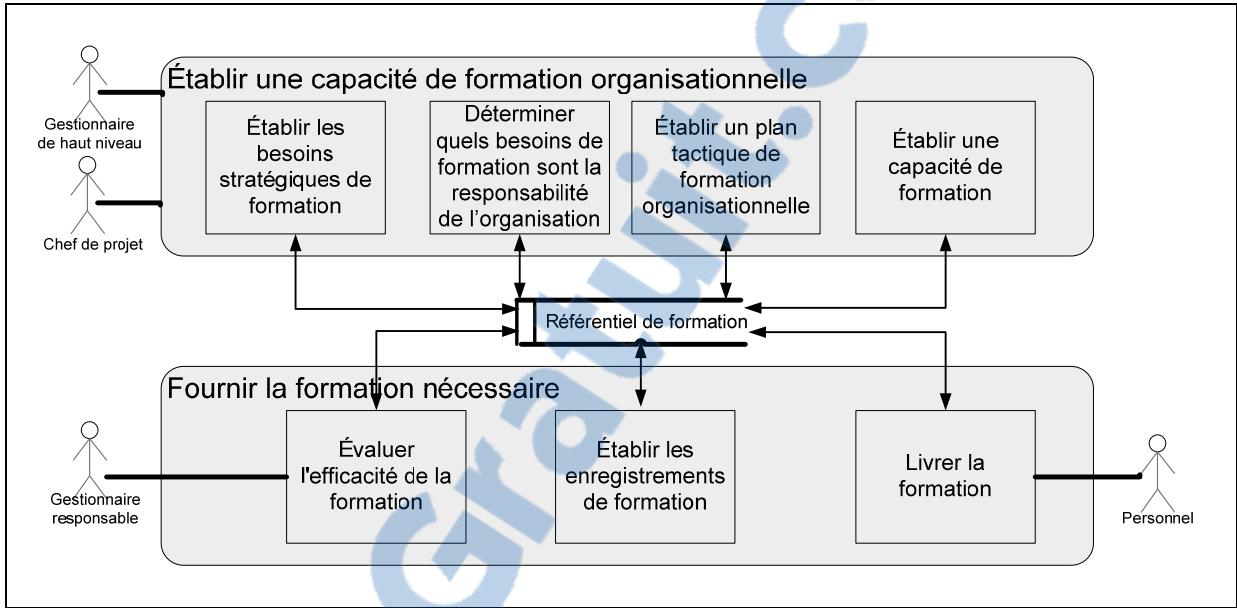


Figure 4.8 Domaine de processus de programmes de formation

### Mise en place du domaine de processus de gestion des requis

Dans la première partie des travaux liés au niveau deux du CMMI, l'organisation avait mis en place une gestion des requis. Il s'agit ici de mieux cerner le requis dans son ensemble. La figure 4.9 montre les activités impliquées dans la gestion des requis et mises en place par l'organisation pour correspondre aux exigences exprimées dans le tableau-A IX-36 en annexe IX. Ce processus place les requis issus des processus du développement, sous une gestion de la configuration et de traçabilité. Lors du premier projet de développement logiciel, les processus et les pratiques relatives aux divers apports des requis produits furent conçus et utilisés. Les modèles de diagramme de classe, de séquence et de cas d'utilisation incluant les scénarios furent mis à contribution. Le logiciel de gestion des requis fût alors modifié pour prendre en charge ces nouveaux éléments. Ils furent expérimentés dans le

second projet. Le troisième projet a permis l'expérimentation des approches d'analyse et de validation des requis. La réalisation d'un document de spécifications des requis a été mis en place permettant la définition des fonctions recherchées. Le développement des tests d'acceptation et leur validation auprès du client permettent d'en assurer la conformité.

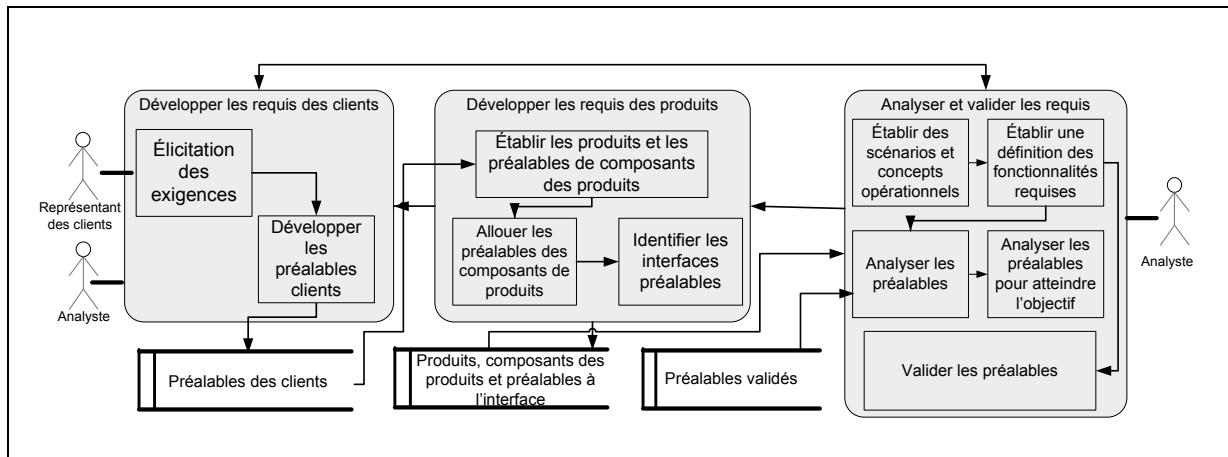


Figure 4.9 Domaine de processus de gestion des requis

### Mise en place du domaine du processus de gestion des solutions techniques

Notons que les trois sous domaines présents dans la figure 4.10 et spécifiés dans le tableau-A IX-37 en annexe IX interagissent un avec l'autre pour s'assurer de la réalisation du processus lié au domaine de la gestion des solutions techniques. Pour expérimenter ces divers processus nous avons d'abord défini les activités et les tâches liées à chacun ainsi que les divers modèles pouvant être mis à contribution. Ces approches furent ensuite expérimentées dans nos trois projets et modifiées en fonction des résultats attendus. La version finale fût ensuite intégrée à la cartographie de l'organisation incluant les flux de travail.

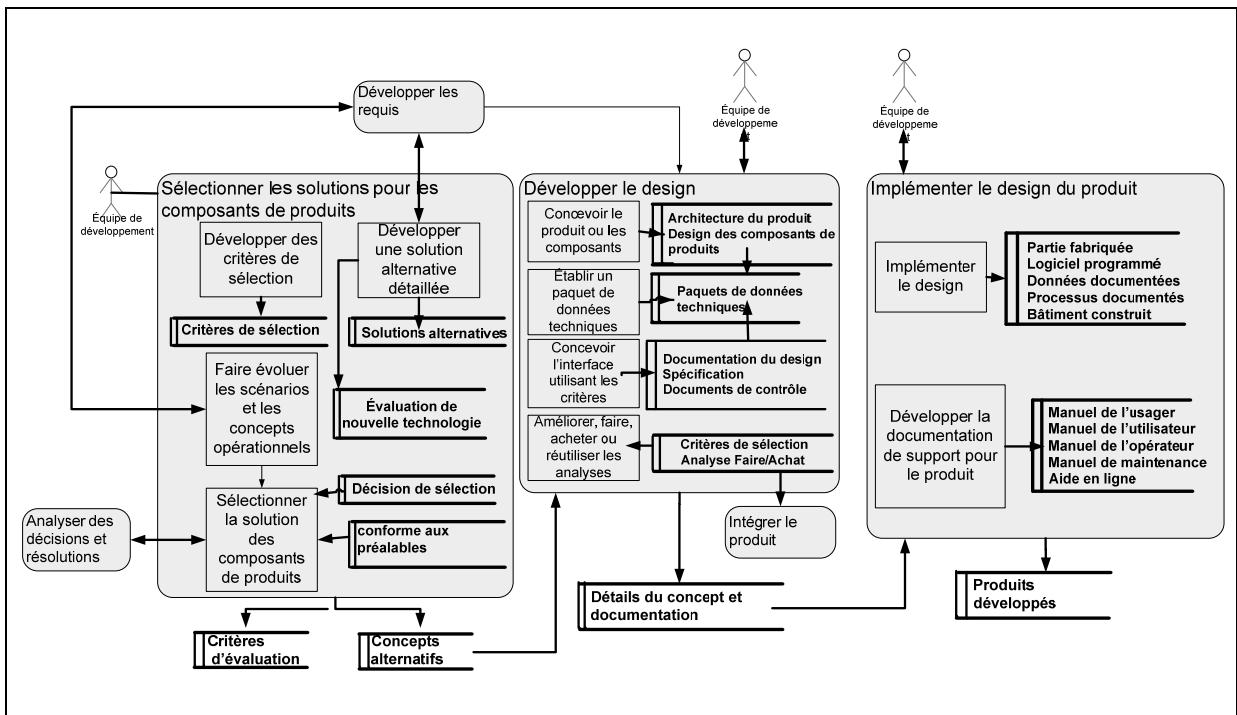


Figure 4.10 Domaine du processus de gestion des solutions techniques

### Mise en place du domaine des processus d'intégration des produits

Comme le montre la figure 4.11 trois grandes activités ont été mises en place. Ces dernières assurent les exigences présentées dans le tableau-A IX-38 en annexe IX. Dans le cadre de cette mise en place plusieurs activités informelles étaient déjà utilisées. Elles ont été adaptées pour leur mise en conformité avec le CMMI. Elles furent ensuite utilisées dans le cadre des projets cibles et modifiées en fonction des résultats d'expérimentation.

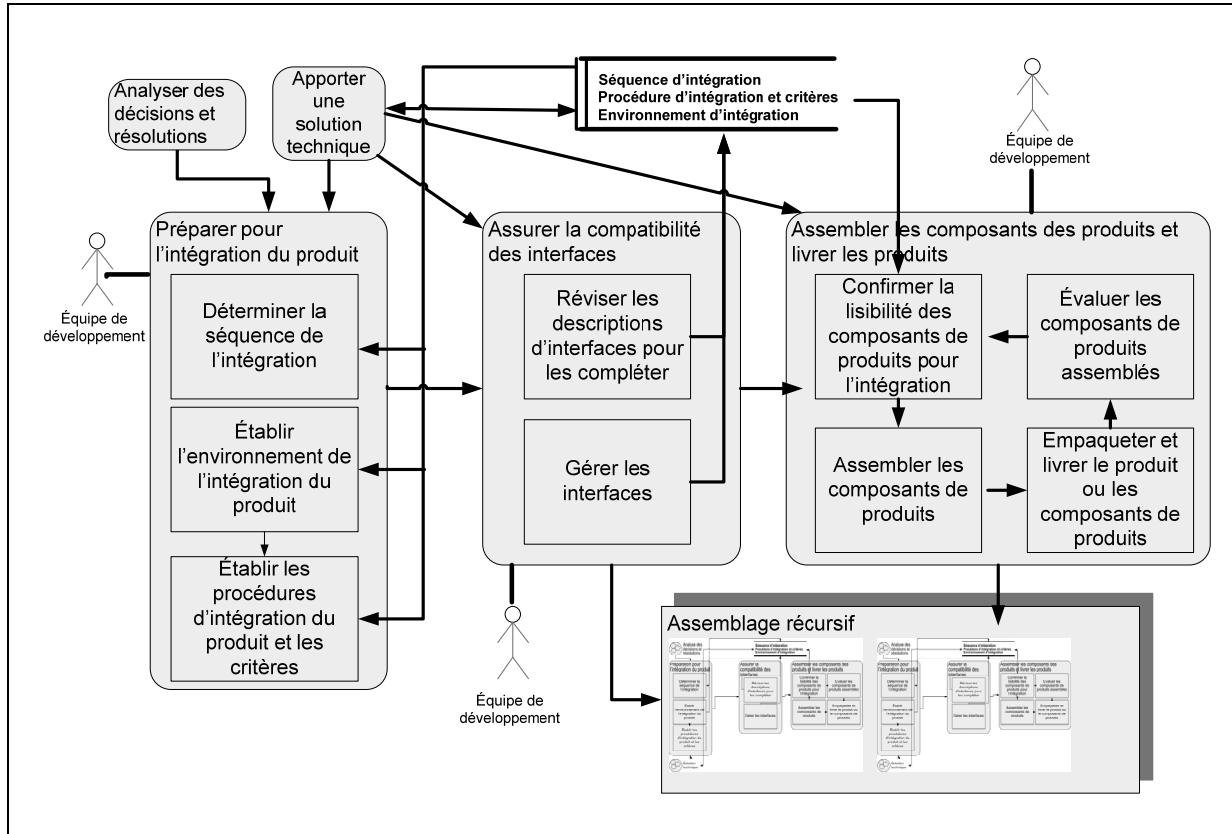


Figure 4.11 Domaine des processus d'intégration des produits

## Mise en place du domaine des processus de gestion des vérifications

Deux expérimentations ont eu lieu sur le domaine de gestion des vérifications. La première a permis des tentatives de déploiement des processus. La version finale est présentée dans le tableau-A IX-39 en annexe IX et dans la figure 4.12. La seconde expérimentation a permis l'utilisation des technologies logicielles et l'intégration du domaine avec les processus des autres domaines.

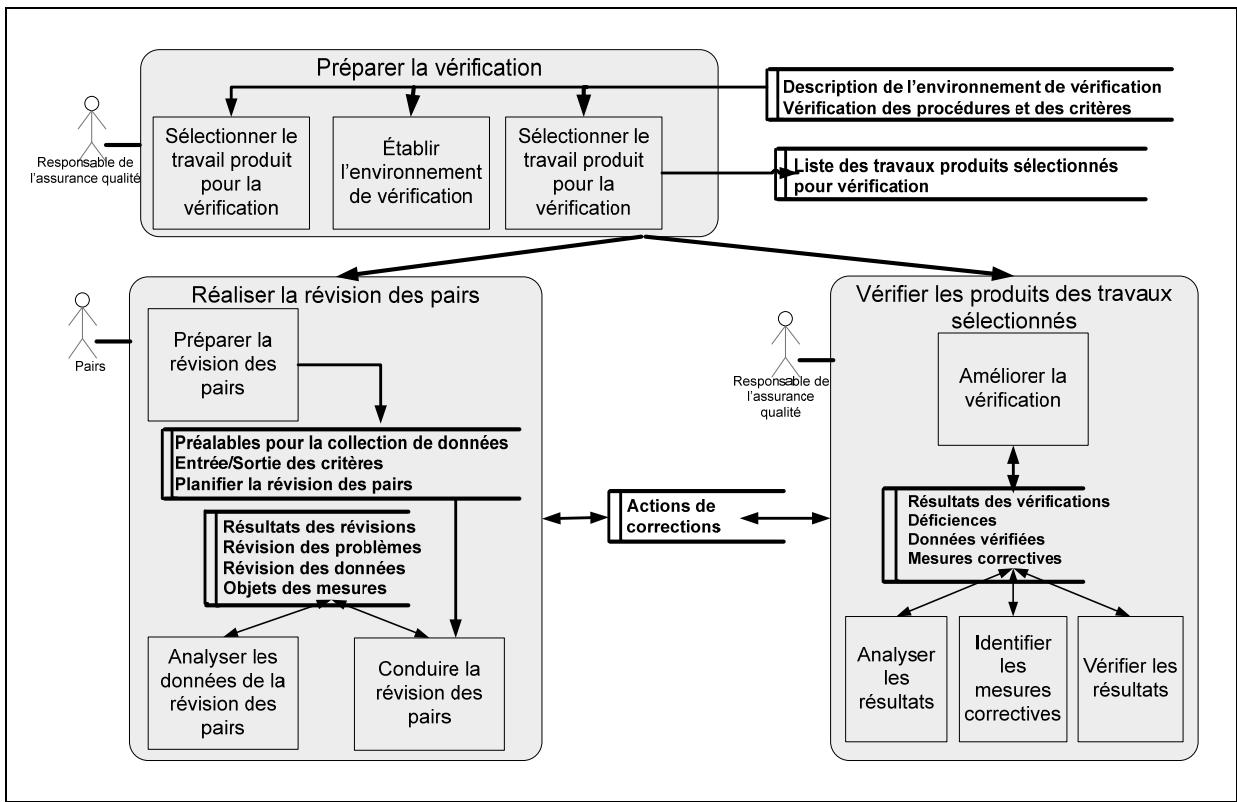


Figure 4.12 Domaine des processus de gestion des vérifications

### Mise en place du domaine des processus de gestion de validation

La figure 4.13 présente les processus de gestion de validation répondant aux trois buts spécifiques visés et les activités répondant aux pratiques mises en place par l'organisation, suite aux diverses expérimentations de mise en place dans les trois projets précédents de manière à répondre aux exigences exposés dans le tableau-A IX-40 en annexe IX.

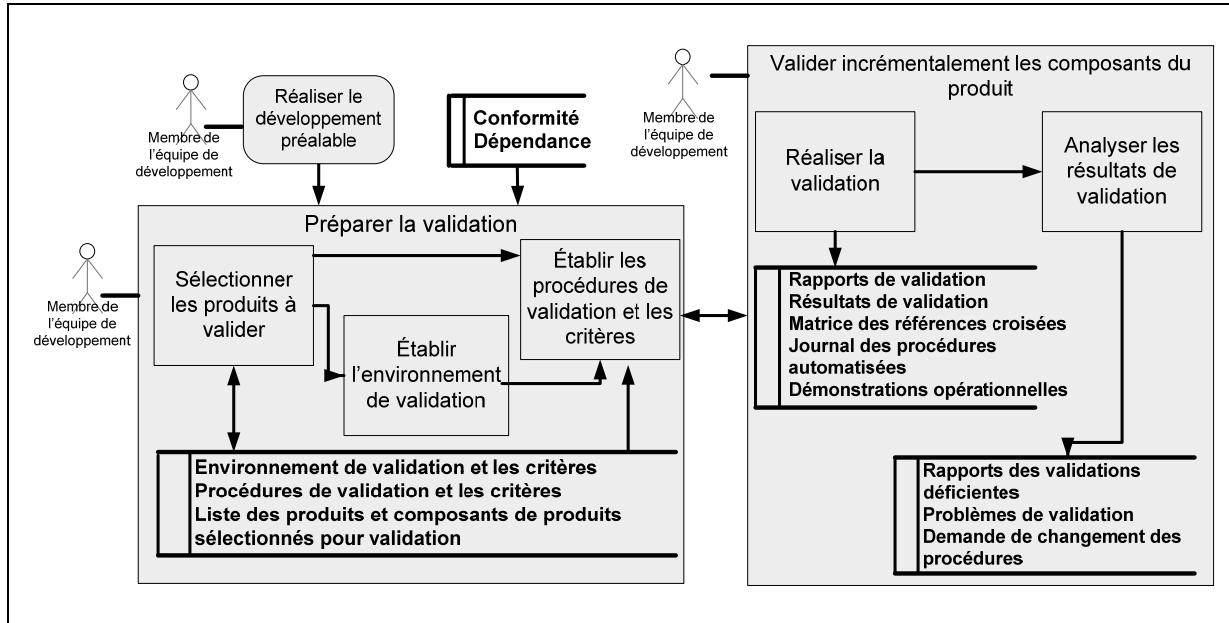


Figure 4.13 Domaine des processus de gestion de validation

### Mise en place du domaine des processus de gestion du risque

Les expérimentations du domaine de gestion du risque ont majoritairement été construites lors du PAC présenté précédemment. Le tableau-A IX-41 en annexe IX présente au lecteur la réalisation et les éléments déployés. La figure 4.14 présente les traitements et les relations avec les autres domaines.

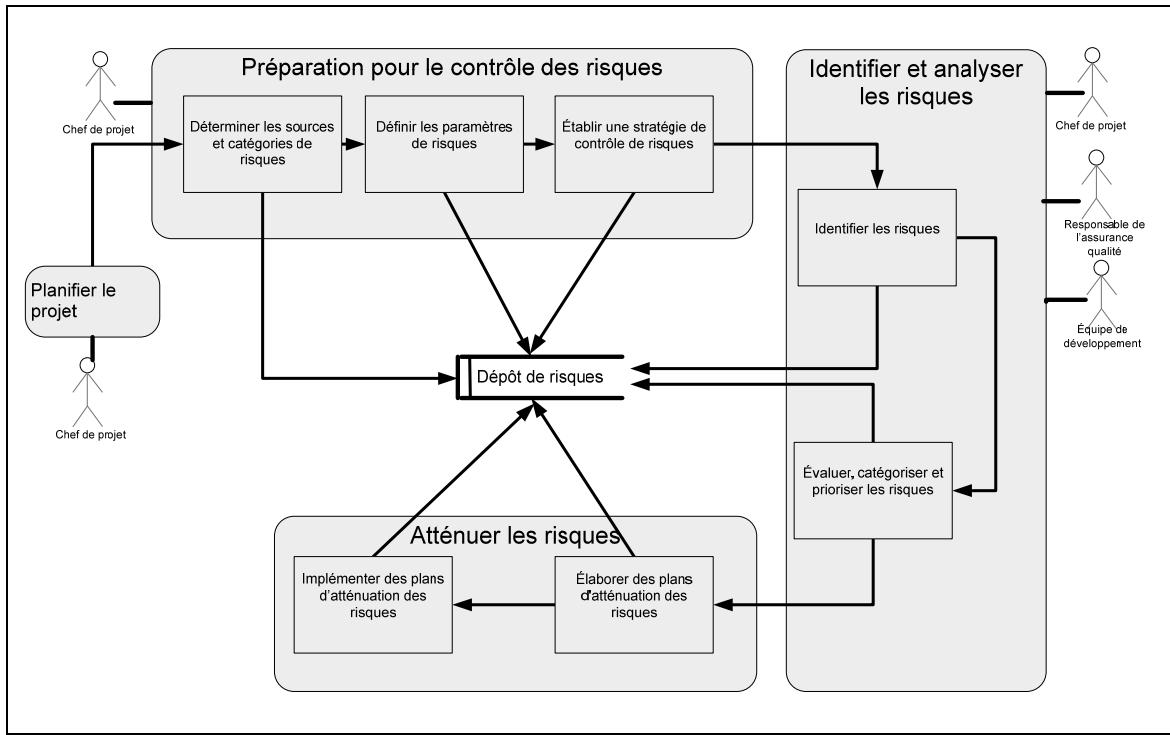


Figure 4.14 L'organisation des divers sous-processus nécessaires à la gestion du risque

### Mise en place du domaine des processus d'intégration des projets et des processus de développement

Pour répondre aux besoins du domaine des processus d'intégration des projets et des processus de développement une équipe intégrée de personnes impliquées collectivement, responsables, collaborant doté d'une expertise complémentaire ayant des compétences dans la livraison d'un produit tel que spécifié et ceci dans l'ensemble des phases de réalisation du produit doit être mise en place pour chacun des projets. Les figure 4.15 et 4.16 présentent l'approche retenue pour gérer la mise en place des processus d'intégration des projets conformément aux requis et suite à nos expérimentations. Le tableau-A IX-42 en annexe IX décrit les attendus et les approches retenus pour y répondre.

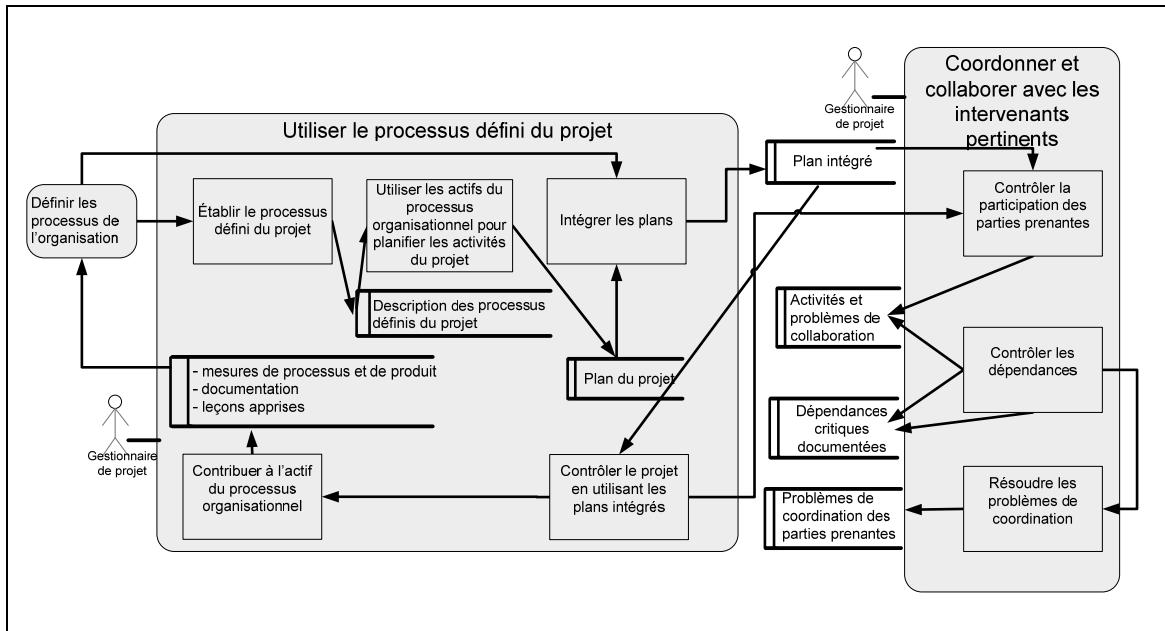


Figure 4.15 Gestion intégrée de projets

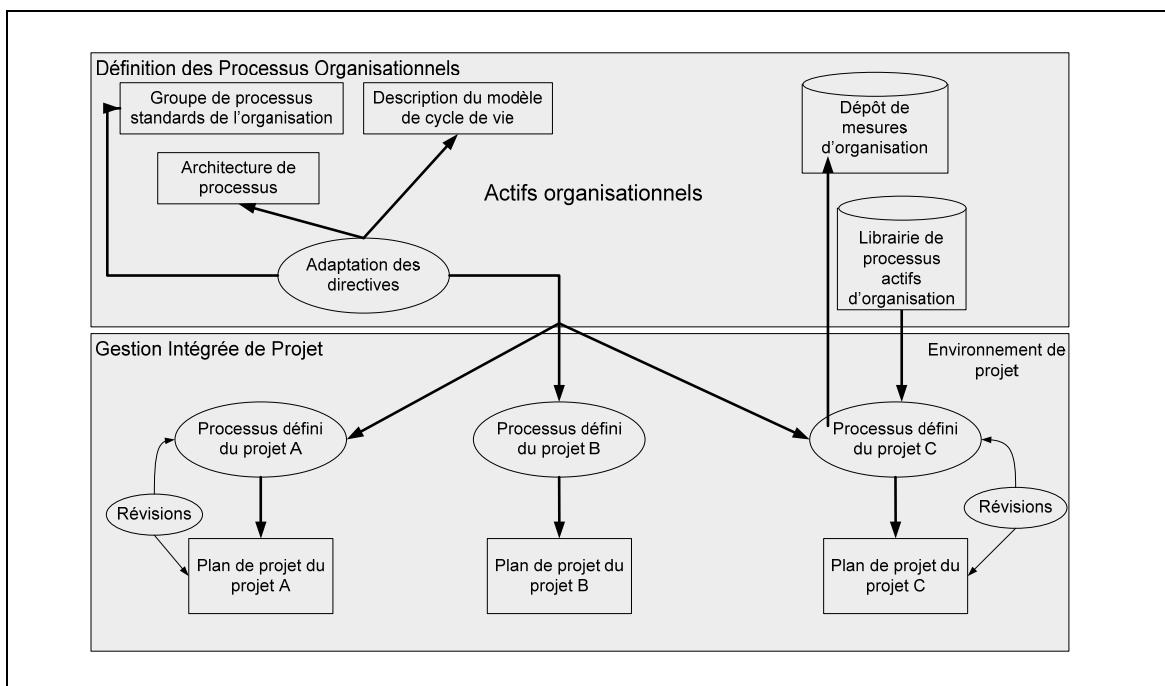


Figure 4.16 L'organisation des divers sous-processus nécessaires aux processus d'intégration des projets et aux processus de développement

## Mise en place du domaine des processus pour l'environnement organisationnel d'intégration

L'approche de gestion matricielle a été favorisée. La mise en place d'une vision commune a donné des résultats peu probants. Des travaux complémentaires auront lieu portant sur les concepts d'EI et la gestion stratégique pour solutionner cette problématique. Les aspects portant sur la gestion des personnes ont été peu abordés car le sujet de l'intégration de la gestion des divers personnels sera examiné dans le cadre des travaux sur la gestion stratégique. Le tableau-A IX-43 en annexe IX présente les exigences associées. La figure 4.17 illustre le déploiement retenu par la SIO.

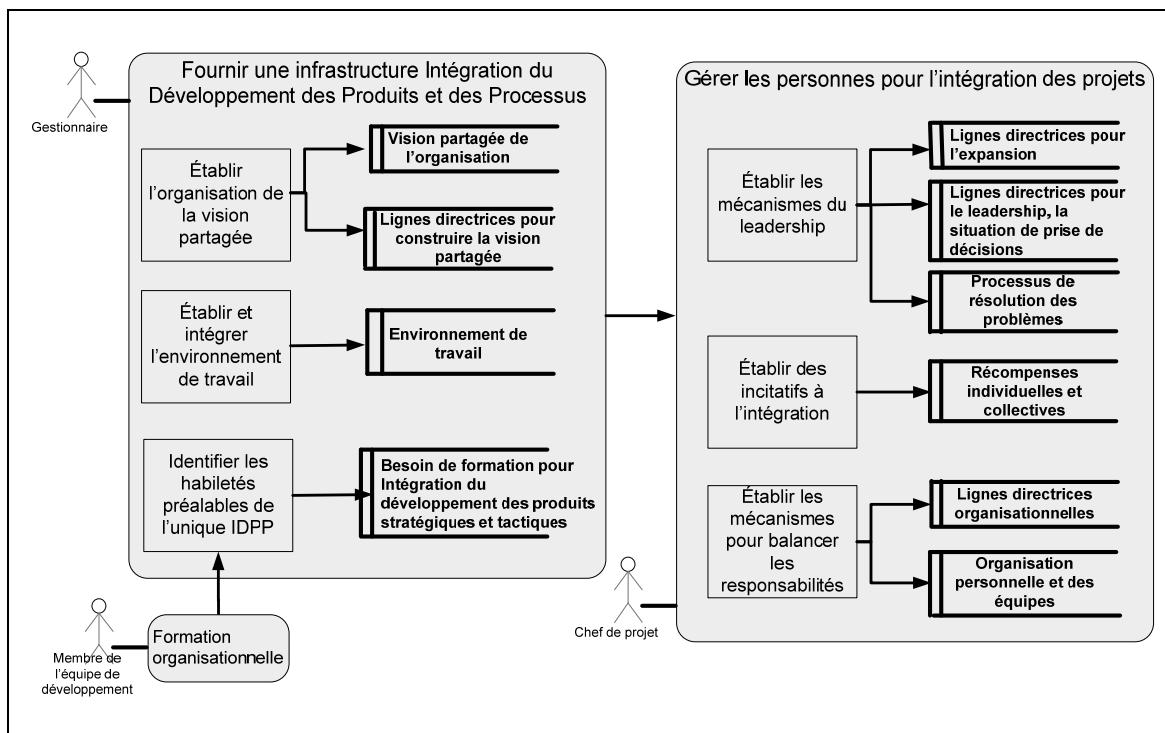


Figure 4.17 L'organisation pour l'environnement organisationnel d'intégration

## Mise en place du domaine de l'intégration de l'équipe

La première expérimentation du processus a eu lieu après la modification des prototypes logiciels d'affectation pour tenir compte qu'un employé peut être affecté de manière parallèle à plusieurs projets et que le logiciel de cycle de vie est intégré aux descriptions de tâches, aux compétences et aux connaissances nécessaires. Les rôles et les responsabilités avaient déjà été intégrés. Elle a consisté à intégrer dans les pratiques des projets en cours. Ceci fut un succès à l'exception du partage de la vision du projet. Les membres ne participant pas suffisamment en termes d'heures sont vus parfois comme des étrangers nuisibles au projet, des sauveurs qui doivent tout résoudre ou comme la cause de tous les problèmes. Un découpage excessif des heures entraîne des pertes de temps pour reprendre en main le projet. Le logiciel de gestion d'affectation a été abandonné après trois mois car il y avait trop d'erreurs de fonctionnement dans le prototype. La figure 4.18 illustre le déploiement retenu par la SIO et le tableau-A IX-44 en annexe IX présente les exigences associées.

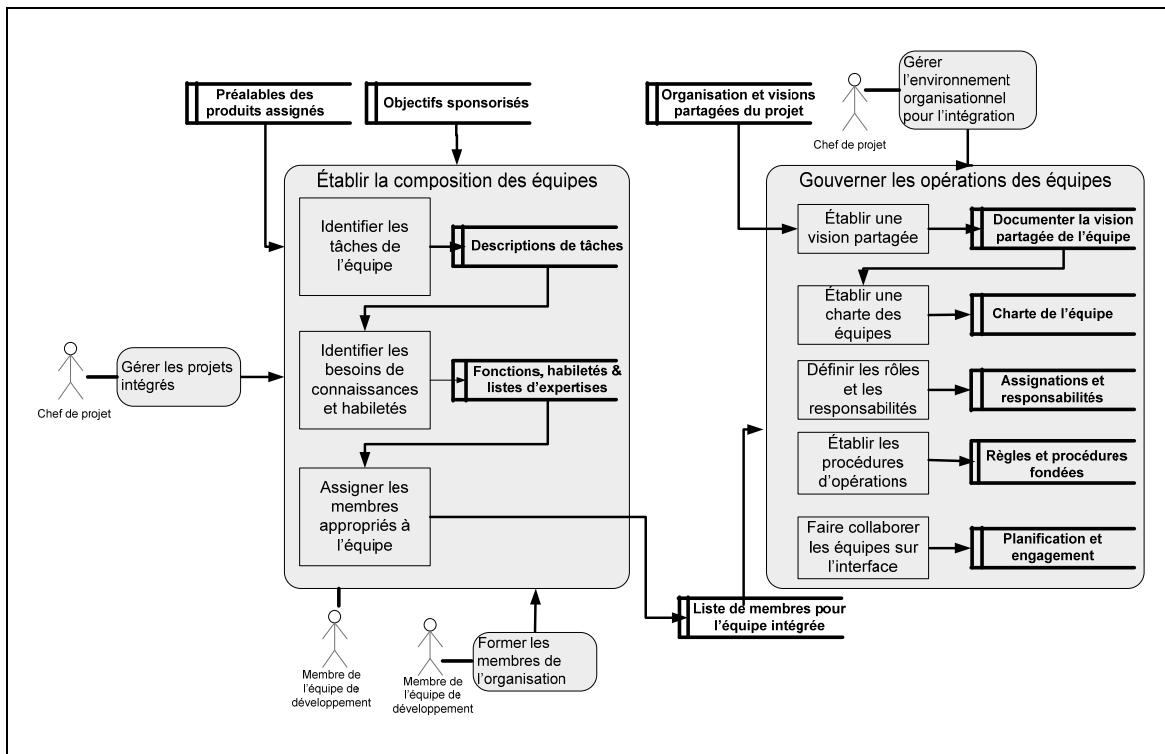


Figure 4.18 L'organisation pour l'intégration de l'équipe

## Évaluation de la situation des processus

Cette section présente les résultats de la troisième évaluation de la situation des processus chez Netcommunications (voir en annexe IX le rapport détaillé de cette seconde évaluation (SCAMPI)). La présentation synthèse de ces travaux se base sur la même démarche que précédemment et utilise la grille d'activités (tableau 4.2). Seuls les points et les éléments particuliers sont présentés ici. Le but visé par l'évaluation est de s'assurer que chacun des éléments déployés pour les différents domaines de processus du niveau trois du CMMI atteignent les buts spécifiques visés et les buts génériques. La principale contrainte est le peu de ressources que l'entreprise peut consacrer à cette tâche ainsi que la disponibilité limitée de la main d'œuvre malgré l'engagement consenti car seulement une ressource pendant un mois a été assignée à cette tâche ainsi que plusieurs autres intervenants pour un total de deux semaines/personne. Deux livrables ont été réalisés : le rapport final d'évaluation qui comprend les recommandations et un plan d'action qui inclus un tableau ventilé des domaines, des buts spécifiques et génériques à atteindre et des pratiques mises en place pour les supporter ainsi qu'un pourcentage estimé d'atteinte. Une réunion avec le CA a permis l'adoption de ces documents :

1. La première phase a permis la préparation du plan de collecte en réactualisant les instruments développés lors de la dernière évaluation et en amassant les évidences selon le format et le niveau de détail déjà spécifié. Cette approche assure que l'on puisse comparer les diverses évaluations;
2. La seconde phase a permis l'examen, la vérification et la validation des évidences objectives;
3. La troisième phase a permis de livrer les résultats pour guider les actions en présentant lors d'une réunion la synthèse ainsi que les forces et faiblesses aux actionnaires puis aux personnels.

Nous avons ensuite procédé à l'archivage des éléments d'évaluation de façon à retenir les leçons apprises, fournir les rétroactions d'évaluation.

Selon les évidences amassées durant les travaux pratiques liés aux divers domaines du niveau deux du CMMI, ceux-ci sont bien implantés dans l'organisation. Les domaines de définition des requis sont supportés par un logiciel donnant accès à tous les intervenants à toutes les informations sur l'évolution de leurs définitions et l'usage d'un langage commun en assure l'usage. Tous les processus relatifs à l'AQ sont souvent mis de côté pour livrer plus rapidement au marché. Les processus de gestion du risque sont négligés. Même si des processus prévoient sa réalisation, la formation est souvent mise de côté. L'analyse de la décision et la résolution pour l'intégration ne sont pas suivies. Le problème central demeure l'évaluation ou l'estimation du travail à faire face au temps de réalisation réel.

#### **4.2.2      Expérimentation 2 : Softtool**

Cette section présente le cheminement et les résultats du second groupe d'expérimentations conduites pour la mise en place d'une infrastructure de processus. Notre objectif principal est de vérifier notre approche mais dans une SIO légèrement différente. Ces expérimentations ont débuté six mois après celles de l'autre organisation et impliqué deux personnes/année. Un de nos objectifs est de récupérer et d'adapter les pratiques retenues des premiers travaux. Deux projets de développement ont été retenus. Ils sont relativement similaires en taille, en complexité et cette équipe a une expérience équivalente sur ce type de projet que ceux retenus dans la première PME. Ayant déjà réalisé la cueillette des données et l'analyse de l'état des pratiques, nous avons pu réaliser la mise en place de la structure des processus, nécessaire à l'atteinte du niveau deux de maturité du CMMI, en suivant le cycle de vie d'un projet logiciel. Les pratiques courantes sont évaluées, intégrées ou modifiées selon le cas. Une évaluation globale a alors eu lieu. Un PAC basé sur l'approche Six Sigma fût entrepris. Les expérimentations pour le déploiement des processus relatifs au niveau trois de maturité du CMMI ont ensuite été entreprises. Finalement, une seconde évaluation de la situation a eu lieu.

## Niveau 2 CMMI : Mise en place du niveau reproductible

Lors de ces travaux, l'outil de gestion des processus et des flux de travail a été mis en place dans l'organisation avec une version des processus développés dans l'autre organisation. Les travaux ont consisté à modifier les définitions des processus et à mettre en place les flux de travail correspondant à la réalité de la seconde SIO. Certains flux de travail ont été automatisés en intégrant les logiciels pertinents à leur réalisation dans l'outil de gestion des processus. Des formulaires web de saisie des informations ont été créés permettant la génération automatique de plusieurs documents à partir de gabarits source. Un cycle de déploiement en trois paliers a été mis en place : production dont l'accès est réservé au programmeur, pré-production qui est visible par les clients et développement. Le tableau 4.2 présente l'état des flux de travail, des pratiques et des processus dans les divers domaines après les efforts de structuration réalisés dans les deux projets visés par l'expérimentation. D'une façon générale, le premier projet a servi à la mise en place et le second en a permis la validation.

### Évaluation de la situation des processus

Une brève évaluation du premier projet qui était toujours en cours utilisant les nouveaux processus a eu lieu avant le début du prochain projet de manière à juger des progrès accomplis et de corriger les erreurs dans la conception des processus. Finalement, une évaluation complète de type SCAMPI de l'organisation a eu lieu six mois après la fin du dernier projet. Le constat après le premier projet est que toutes les pratiques qui ne sont pas supportées par un logiciel ont toutes été abandonnées après deux mois. Les pratiques n'ayant pas de lien direct avec les livrables d'un processus mais essentielles à long terme ou à sa gestion sont négligées par les intervenants. Un renforcement et une supervision constante de la part des gestionnaires sont nécessaires. L'expérimentation des TB devrait, nous croyons, apporter une solution. Nous en discutons dans la section 4.4 du présent chapitre.

L'indicateur mis en place pour juger des progrès à la fin du projet est établi par le bénéfice engendré hors tout et le niveau d'avancement qui est une constatation des dépenses encourues à un moment donné en rapport à l'avancement constaté durant le projet selon le cycle de vie standard. Nous avons aussi comparé les temps consacrés à une activité. Deux processus ont servi d'échantillon, soit la gestion des requis et la gestion de la configuration. Le choix de ces indicateurs repose sur les données disponibles dans les anciens projets. Les heures consacrées à la formation et à l'apprentissage des nouvelles pratiques ont été comptabilisées de manière séparée du projet. Si on retire ces heures des données, la réduction de productivité est d'environ cinq pourcent (5%).

Tableau 4.5 Mise en place du niveau 2 du CMMI reproductible

Domaine	Description du processus
<b>Gestion des requis</b>	Le concept de produit minimal attendu a été mis en place. Il définit les requis et les fonctionnalités qui assurent le fonctionnement et l'utilisation du logiciel. Les processus ont été modifiés pour s'assurer que la spécification des exigences logicielles est traçable et modifiable. L'origine de chaque exigence est claire et elle intègre les références à l'évolution des exigences qui la détaille. L'obligation d'une maquette prototype des interfaces a été ajoutée au processus assurant l'élicitation et la validation des exigences. Une liste de vérifications a été intégrée.
<b>Planification de projet</b>	Les processus ont été revus et ajustés au contexte en rapport à ce qui a été proposé dans le tableau-A IX-29 de l'annexe IX. Des efforts ont été réalisés pour répondre aux exigences du PMBOK (PMI, 2008) et intégrer ces activités dans les processus actuel.
<b>Supervision et contrôle</b>	Les processus tels que spécifiés dans le tableau-A IX-30 de l'annexe IX ont été déployés. Lors de la phase de réalisation du logiciel, les diagrammes de classe et de composante sont utilisés comme base pour l'affectation des ressources et pour juger du niveau d'avancement des travaux.
<b>AQ des produits et des processus</b>	Le chef de projet, responsable de l'AQ, développe un plan d'AQ conforme aux normes ISO9000 (ISO9000, 2001) et IEEE8402 (IEEE, 1998b). Durant le développement des requis un document des tests d'acceptation est développé, utilisé lors des rencontres avec le client pour vérifier la conformité des composantes développées et juger du niveau d'avancement. Chaque programmeur a un environnement de programmation uniforme selon le langage. Il doit utiliser un logiciel de tests unitaires pour réaliser la vérification des fonctions du code. De plus, chaque soir un logiciel démarre les tests d'intégration qui sont exécutés et donc les erreurs sont corrigées à chaque jour. Un logiciel permet la gestion des listes de vérification utilisées à la fin de chacune des étapes comme défini dans le plan d'AQ.
<b>Gestion de configuration</b>	Ce domaine des processus suit l'approche décrite dans le tableau-A IX-32 de l'annexe IX. Un greffon installé sur les ordinateurs prend une copie des éléments visés par le plan de configuration à la fin de chaque journée. Le construit des exécutions est basé sur ces versions.

## **Mise en place des processus d'affaire**

La mise en place de ces processus a été réalisée en copiant les processus et les flux de travail sur ceux de la première organisation comme précédemment. Dans ce contexte, le même ensemble de logiciels fut mis en place. Une phase de personnalisation des logiciels a eu lieu pour mettre en place les données de l'organisation. Des formations furent données aux personnels selon les spécificités des activités. Les flux de travail ont ensuite été adaptés au contexte de l'organisation. Ces travaux ont été réalisés pour la conduite des expérimentations sur les programmes d'AC ainsi que celles portant sur le SGS et un système de mesure.

## **Niveau 3 du CMMI : Défini**

Dans la présente section, nous présentons la situation qui prévaut au terme des différents travaux d'expérimentation pour la mise en place du niveau 3 du CMMI dans la seconde organisation. Cette mise en place s'est réalisée durant les mêmes projets.

## **Évaluation de la situation des processus**

Une seule évaluation a été réalisée de type SCAMPI. Dans la période précédant cette évaluation, plusieurs expérimentations de PAC ont été réalisées; elles sont présentées dans les sections suivantes. D'une manière synthèse on peut dire que l'entreprise a atteint le niveau deux de maturité du CMMI. Les domaines relatifs au niveau trois du CMMI demeurent problématiques particulièrement dans les activités liées à l'AQ et à la gestion du risque. La décision fut prise d'évaluer la situation globale de l'organisation. La principale contrainte est le peu de ressources que l'entreprise peut consacrer à cette tâche ainsi que la disponibilité limitée malgré l'engagement consenti. Deux livrables ont été développés soit le rapport final d'évaluation incluant les recommandations et un plan d'action et un tableau ventilé des domaines, des buts spécifiques et génériques à atteindre et des pratiques mises en place pour les supporter ainsi qu'un pourcentage d'atteinte. La synthèse de l'état des processus est présentée dans le tableau 4.6.

Tableau 4.6 Mise en place du niveau 3 du CMMI reproductible

Domaine	Description du processus
Processus logiciel de l'organisation	La SIO a d'abord développé une méthodologie basée sur un cycle de vie en cascade pour les projets portant sur la gestion des systèmes d'information pour satisfaire les besoins de développement d'applications. Elle fut ensuite enrichie des processus multiples d'une approche en spirale basée sur PU et ensuite par prototypage pour répondre aux besoins de la recherche et du développement. Les descriptions des cycles de vie logicielle dont l'utilisation a été approuvée pour les projets sont documentées et maintenues à l'aide d'un logiciel de gestion de l'encyclopédie. Les processus et les flux de travail permettant le support aux processus tels que présentés à la figure 4.6 ont été intégrés dans les pratiques.
Focalisation organisationnelle sur les processus	Ce déploiement a été fait en respectant la structure proposée à la figure 4.7. Dans l'intranet on retrouve une section sur les processus qui affiche les informations fondamentales (nom du responsable, responsabilités, plan de développement, PAC, agenda des évaluations, description des activités, des niveaux standards de performance attendue, cibles, forces et les faiblesses). Un formulaire permet de donner son avis sur les performances d'un processus et les expériences lors de son utilisation. L'utilisateur décide de la portée de la diffusion. Il pourra aussi démarrer une discussion sous la forme de forum. Ces constats sont examinés par le comité consultatif. Une évaluation annuelle globale de la SIO a lieu.
Processus de programme de formation	Le tableau-A IX-35 de l'annexe IX présente l'ensemble des processus et des pratiques mises en place. L'approche de e-Learning est valorisée par l'organisation.
Processus de développement des requis	La figure 4.9 montre les activités impliquées dans la réalisation des requis. Nous utilisons le logiciel de gestion des requis utilisé avant qui assure une bidirectionnalité des communications client-entreprise. De plus, les trois types de requis ont été pris en charge.
Gestion des solutions techniques	Trois processus ont été mis en place selon le tableau-A IX-37 de l'annexe IX. Nous débuterons par l'évaluation et la sélection des solutions qui satisfont l'ensemble des requis alloués. Nous feront ensuite le développement de la conception détaillée pour les solutions retenues. Les requis découverts ou modifiés lors des activités seront pris en charge.
Intégration des produits	Trois grandes activités ont été mises en place telles que spécifiées à la figure 4.11. Nous exécuterons ensuite la définition d'un plan d'intégration incrémentale conduisant au produit final. Nous exécutons ensuite la préparation des composantes incluant l'interface. Finalement, nous réaliserons l'assemblage des composantes. L'intégration a été automatisée par la mise en place d'un logiciel de construction d'application automatique qui, à partir des composantes disponibles dans le logiciel de configuration, construit le logiciel et l'exécute. Les défauts trouvés sont placés dans le logiciel de gestion des erreurs.
Du processus gestion des vérifications	Il comprend la préparation de la vérification, la vérification des performances et les actions de correction d'identification comme le montre le tableau-A IX-39 de l'annexe IX. Ce travail a lieu généralement à la fin des activités ou des phases. Un logiciel de gestion des listes de vérifications a été mis en place pour assurer ces activités limitant ainsi les oubli. Une composante logicielle permet de générer à partir des modèles UML et des requis les listes de vérifications nécessaires. Cette liste peut être modifiée par le chef de projet.
Du processus gestion de validation	Le tableau-A IX-40 de l'annexe IX présente les processus répondant aux pratiques spécifiques mises en place et basées sur les tests d'acceptation. Elle débute, durant la phase d'analyse, par la préparation de la validation réalisée ce qui inclut la sélection des produits, les critères de réalisation et la mise en place de l'environnement de validation. Elle implique la validation des composantes face aux tests d'acceptation. Le cycle de validation implique des tests sur ordinateur, l'examen des produits, des réunions et l'analyse des résultats.
Processus d'IPPD	Ce domaine a utilisé toutes les activités des processus présentés dans les tableaux-A IX-41 et IX-42 de l'annexe IX. Une tentative pour informatiser la démarche a été faite.

### 4.3 Déploiement des niveaux supérieurs du CMMI

Les niveaux 2 et 3 du CMMI représentant la fondation nécessaire pour la mise en place de la gestion quantitative et l'optimisation. Il a été relativement difficile de mettre en place les processus nécessaires à leur gestion car malgré nos efforts aucune des deux organisations n'a atteint le seuil minimal de maturité nécessaire comme l'ont démontré les diverses évaluations. L'entreprise n'a pas mis en place les processus définis qui assurent la consistance de l'organisation en fournissant une compréhension qualitative des sous processus et de leurs relations ainsi que les mesures communes pour amasser les données significatives au travers de toute l'organisation. Plusieurs mesures sont amassées mais aucune analyse ni activité de gestion n'a été mise en place pour intégrer les résultats. Les limites à atteindre sont définies mais aucun mécanisme de gestion statistique ou quantitative n'a été mis en place.

Le niveau 4 de maturité du CMMI assure que le comportement des processus est prévisible et compris de manière quantifiable. Une base quantitative existe pour aider à la prise de décisions pour atteindre le niveau de qualité attendu d'un produit et des services ainsi que les niveaux de performance attendus des processus. Des méthodes statistiques ou quantitatives devront être utilisées au niveau des projets, des processus et de l'organisation pour comprendre les performances passées et prédire les performances futures. Dans ce niveau, les gestionnaires définissent pour les projets des objectifs mesurables pour les clients, les utilisateurs finaux et l'organisation. Des processus permettant de répondre aux besoins de deux domaines devront être mis en place. Le premier est le processus de mesure de la performance organisationnelle qui établit et maintient un niveau de compréhension quantitative de la performance de l'ensemble des processus standards de l'organisation en support aux objectifs de qualité et de performance. Pour cela on doit gérer les données de performance, les cibles et les modèles pour gérer quantitativement les projets de l'organisation. La figure 4.14 propose un modèle des processus qui devrait être mis en place pour répondre aux buts spécifiques et aux pratiques liés à ce domaine. Le second, portant sur la gestion quantitative des projets, définit des processus pour s'assurer que le projet rencontre

les objectifs de qualité et de performance attendus. La figure 4.15 montre une proposition d'organisation des processus qui répond aux buts spécifiques proposés par le CMMI et les pratiques spécifiques associées.

Le niveau 5 de maturité du CMMI appelé « analyse » se préoccupe des causes communes aux variations des résultats des processus et aux mesures utilisées pour sélectionner les innovations et les améliorations à mettre en place ainsi qu'à estimer et à mesurer les coûts et les bénéfices des innovations. Deux domaines de processus doivent être intégrés aux pratiques soit le déploiement et la gestion de l'innovation ainsi que l'analyse causale et la résolution des problématiques. Nous proposons une structure des processus possibles de ces domaines dans la figure 4.15. Le lecteur notera que la gestion de l'amélioration implique la collecte, l'analyse, l'identification, la sélection et le pilotage tandis que son déploiement nécessite la planification, la gestion et la mesure des effets de l'amélioration. L'analyse causale et la résolution identifient les causes des défauts et des autres problèmes survenant et mettent en place des actions pour les corriger et prévenir leurs récurrences. Le lecteur aura remarqué que ces activités sont la base de la majorité des cycles de mise en place accompagnant les méthodes d'AC.

Nous avons entrepris plusieurs expérimentations dont les objectifs sont directement liés aux buts recherchés par ces niveaux qui du coup compléteront les travaux déjà entrepris avec les niveaux précédents. Même si ceci n'est pas spécifié dans le CMMI, la gestion de l'AC est impossible sans une gestion de la stratégie organisationnelle; sans une telle approche cette amélioration demeure locale. Il apparaît évident qu'il est impossible de réaliser de manière manuelle cet ensemble d'activités qui doivent être systématisées puis automatisées. L'énergie humaine doit être consacrée à l'analyse et à la décision. Les travaux suivants auront, en partie du moins, comme objectif de définir des approches de mise en place des processus. Ce qui implique divers systèmes à base d'indicateurs tels qu'un système de mesures, des TB ou un SGS.

#### 4.4 Expérimentation d'un système de mesure

Cette section présente diverses expérimentations pour la définition d'un SGM ayant comme mission d'offrir des mesures sur l'entreprise pour soutenir les gestionnaires dans leur pilotage en répondant à leurs divers BI et aussi de connaître l'état de la situation organisationnelle. Le système devra d'abord permettre de gérer des mesures de façon rigoureuse, structurée, reproductible et réutilisable en répondant aux BI spécifiques des intervenants. Il devra supporter et s'intégrer avec les processus de gestion de la mesure et permettre d'abord l'analyse, l'organisation, le regroupement des indicateurs dans un agencement garantissant un accès facile tout en prenant en charge la hiérarchie nécessaire pour refléter les diverses structures de la SIO.

Les travaux précédents nous ont conduits à déduire que le modèle de mesure d'information proposé par ISO15939 (ISO15939, 2007) répond aux besoins de définition des indicateurs du SGM. Dans le présent contexte, une mesure est un indicateur dans un modèle d'analyse mais sans les critères de décision. Les premiers travaux ont porté sur un ensemble d'expérimentations pour la mise en place d'un système de processus assurant la gestion de la mesure. Trois approches candidates ont été étudiées, soit le modèle « Goal, question, metric » (GQM), le modèle proposé par le CMMI dans le niveau deux, comme le domaine des processus « mesure et analyse » et le modèle de mesure des processus proposé par ISO15939 (ISO15939, 2007). Les deux dernières approches visent les mêmes objectifs de collecte d'analyse et de rapport des données liés au développement des produits et des processus mis en place dans une unité organisationnelle pour supporter la gestion effective des processus et faire la démonstration objective de la qualité des produits. Il existe de grandes similarités entre ces deux approches. Nous avons défini une version qui répond aux critères demandés. Ces approches sont orientées vers la mesure d'un processus. Chaque groupe des mesures répond aux BI des processus techniques ou de gestion. L'emphase étant mise sur le processus, ces approches ne proposent pas de vision globale, ni de vision intégrée de la gestion des mesures.

Cinq cycles d'expérimentations ont été conduits; de ces efforts cinq indicateurs ont été développés. Le but de ces travaux était d'établir une meilleure approche pour supporter l'ensemble des mesures dans tous les aspects de la SIO, pour répondre aux buts spécifiques du niveau quatre du CMMI et l'organisation du support à l'amélioration. Les travaux ont été divisés en trois sous groupes portant sur un sous ensemble de l'organisation :

1. Expérimentation du système de mesure à partir du modèle « Goal, question, metric » :

L'approche GQM est centrée sur le but duquel découle un ensemble de questions auxquelles sont associées plusieurs questions dont la réponse est une mesure. Nous avons utilisé l'approche dans le contexte de la supervision de projets car nous avions mis en place les processus et le logiciel de gestion nécessaire à la définition et la cueillette des données. Nous avons utilisé la structure d'arbre proposée dans l'approche pour organiser les diverses mesures. Nous considérons les questions comme représentant les BI et les buts comme étant liés à ceux d'un domaine de processus. Nos expérimentations nous ont conduits à introduire une série de structures pour représenter les unités organisationnelles, les processus et les décideurs. Par contre, cette approche ne permet pas de modéliser les niveaux hiérarchiques internes aux indicateurs.

2. Expérimentation du système de mesure à partir du modèle ISO15939 :

Pour construire un SGM avec cette approche il faut considérer que la SIO est un système hiérarchique de processus partant des macro-processus vers des processus et finalement vers les activités. Puis dans une approche incrémentale construire la structure d'indicateurs de mesure. Cette approche est fonctionnelle mais l'organisation de cette hiérarchie de mesures est difficile. De plus, elle ne prend pas en compte les relations entre les processus qui ne sont pas dans la même hiérarchie. Elle fut expérimentée sur deux processus soit dans la gestion des requis et les processus liés à la gestion de projet. Ces expérimentations ont été la base de la réflexion sur certaines des solutions présentées au chapitre suivant.

### 3. Expérimentation du système de mesure à partir du BSC :

Le BSC ne propose pas une démarche mais une organisation des diverses mesures en fonction des perspectives. Joint à l'approche de définition des indicateurs de la norme ISO15939, le BSC permet une organisation hiérarchique des indicateurs à travers l'organisation en fonction de la structure déterminée. Il permet aussi la modélisation de relations entre les divers indicateurs. Par contre, nous avons éliminé le concept d'initiative. Nous avons expérimenté cette approche dans la première SIO puis dans la seconde. Les deux expérimentations ont été réalisées à l'aide de l'outil logiciel développé et présenté dans le chapitre six. Nos travaux ont permis de déterminer les éléments essentiels et les fondements nécessaires pour la mise en place d'un SGM. Nos travaux ont de plus démontré l'impossibilité de la réalisation d'une telle gestion sans un outil informatisé.

Le chapitre 5 permettra de conduire les explorations pour la définition d'une approche permettant de déterminer une valeur unique pour l'organisation. Nous espérons aussi déterminer une approche permettant d'évaluer la situation à un point défini de l'organisation. Le tableau 4.7 présente certains indicateurs résultants de ces travaux. Ils ont été organisés selon le modèle de base du BSC.

Tableau 4.7 Présentation des indicateurs développés lors des expérimentations du système de mesures

Objectifs/Buts	BI des gestionnaires	Indicateurs
<b>Perspective financière</b>		
S'assurer de la conformité et du suivi du plan budgétaire.	Accessibilité, qualité et progression des ressources. Distribution égalitaire et équilibré des moyens.	Mesure des états en volume et en dollars. Pourcentage de la répartition du financement, des ressources et des budgets.
<b>Perspective Client</b>		
Assurer le suivi des besoins et des demandes des clients.	Connaissance et profil de la clientèle. Correspondance des actions. Suivi par type. Niveau de la demande.	Volume de clients. Volume par type. Indice de charge par cas.
Analyse des besoins et des interventions.	Nature et priorité des besoins et des attentes de la clientèle. Éventail de services essentiels. Niveau des besoins.	Volume et distribution des besoins et des préférences. Taux d'incidence. Taux liés à l'ensemble des besoins.
<b>Perspective processus internes à l'entreprise</b>		
Assurer la planification stratégique.	Vérifier l'existence du plan. Vérifier la connaissance et l'adhésion au plan par les individus.	Volume d'unités doté d'un plan. Degré de connaissance du plan. Degré d'adhésion au plan.
Connaître la formulation, élaboration et implantation du programme.	Vérifier la présence et la qualité des procédures de suivi.	Nombre de mécanismes déployés.
Allocation, attribution et répartition des ressources.	Savoir quelles sont les ressources utilisées.	Volume et montant de ressources alloués par type.
S'assurer de la qualité du produit logiciel.	Connaître les coûts requis pour retrouver et réparer les défauts.	Réparation/coûts.
Vérifier l'existence des structures fonctionnelles efficaces des décisions.	Garantir l'adéquation et la qualité des conditions, des mécanismes, des structures ainsi que le déploiement et l'attribution des ressources.	Pourcentage d'unités possédant des structures décisionnelles explicites.
<b>Perspective apprentissage et croissance</b>		
S'assurer de l'état des RH.	Profil du personnel. Composition des effectifs.	Caractéristiques des personnels. Volume des divers personnels.
S'assurer de la qualité de formation.	Valeur de la formation. Respect de l'orientation face au projet de formation. Contrôle des budgets de formation.	Nombre et fréquence des actions de formations. Moyenne des coûts de la formation.

## 4.5 Expérimentation du tableau de bord (TB)

Nous présentons maintenant une description des diverses expérimentations réalisées dans le développement et la mise en place de TB nécessaires à nos travaux. Quatre domaines ont été retenus en accord avec les organisations hôtes. L'objectif est de vérifier qu'un réseau de TB dans une SIO peut contribuer à améliorer la performance générale de l'organisation par une meilleure gestion, une meilleure prise de décision plus dynamique et une survie plus longue des efforts d'amélioration déployés. Nos expérimentations tenteront de démontrer que les TB en tant que produits d'information peuvent engendrer des coûts qui sont inférieurs aux bénéfices et que leur informatisation est une voie possible à la réduction de ces coûts. Nous en profiterons pour expérimenter des approches pour définir des indicateurs de qualité. Le déroulement des prochaines expérimentations est décrit dans l'annexe IX.

### 4.5.1 Tableau de bord des services Internet

Ce TB des services internet a été développé spécifiquement pour la première entreprise dans l'unité organisationnelle qui offre des services de fournisseurs Internet. Ce cycle expérimental tente de démontrer l'objectif précédent mais aussi d'affiner notre méthodologie et nos outils de développement. Le tableau 4.10 présente une synthèse des activités réalisées durant cette partie du projet de recherche.

Notre analyse a permis de déterminer que quatre conditions sont essentielles au succès dans ce secteur d'activités :

1. L'accès rapide aux services généralement en ligne pour les nouveaux abonnés,
2. La fiabilité des services offerts,
3. La qualité du support technique,
4. Un prix proche de celui du marché.

L'analyse a aussi permis de déterminer les quatre types d'intervenants impliqués dans la démarche :

- le gestionnaire responsable qui doit voir à la croissance et le bon fonctionnement de l'unité;
- le chef de réseaux qui a une vision technique;
- les clients qui ont un besoin d'information sur leurs sites web;
- les vendeurs.

Les BI sont exprimés dans le tableau 4.8. Nous avons aussi déterminé que les choix de logiciels et de matériels réalisés par les gestionnaires pour l'infrastructure réseau faciliteront la mise en place du TB. Par contre, le déploiement est incomplet et les processus de fonctionnement de ce secteur ne sont pas adéquats. On a d'abord consacré des efforts à cette mise en place avant d'intégrer le TB dans la pratique courante. Un stagiaire en marketing a réalisé une étude pour trouver des données sur des organisations comparables et les systèmes utilisés par eux. Plusieurs indicateurs furent ainsi trouvés ainsi que des cibles de performance (tableau 4.9). Nous avons divisé nos indicateurs en trois grands domaines (branchement, hébergement et autres) et en deux sous groupes (clients privés et clients commerciaux) selon trois niveaux (opérationnel, gestion et stratégique). Le tableau 4.9 présente pour sa part une synthèse des principaux indicateurs retenus.

Tableau 4.8 Besoins d'information (BI) des gestionnaires

Titre	Besoin d'information
Gestionnaire de réseau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• connaître l'état actuel de l'achalandage du réseau,</li> <li>• connaître la croissance prévue du réseau de manière à estimer les besoins,</li> <li>• connaître les problèmes de failles de sécurité.</li> </ul>
Gestionnaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• connaître le nombre de nouveaux abonnés et de désabonnements.</li> </ul>
Vendeur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• connaître le volume de vente commerciale et de vente privée.</li> </ul>
Client	<ul style="list-style-type: none"> <li>• connaître la fréquentation du site,</li> <li>• connaître la durée et les moments des dysfonctionnements du site.</li> </ul>

Tableau 4.9 Présentation des principaux indicateurs

<b>Nom :</b>	<b>Temps moyen des interruptions de services.</b>
<b>BI</b>	Mesure la durée moyenne des interruptions de service planifiées et accidentnelles.
<b>Mesure</b>	Unités : minutes. Fréquence : mensuelle. Données : début et fin de la panne et caractérisation.
<b>Calcul</b>	Déterminer la durée d'une panne. On compte le nombre de pannes, la durée et le secteur et les machines impliquées et le nombre de clients visés par la panne et le type de client. Avec la durée sur la période spécifiée, on établit la moyenne. La tendance de l'indicateur se réalise en comparant sur une base annuelle les résultats présentés aux résultats antérieurs.
<b>Cible</b>	Diminuer la durée moyenne des interruptions de service à dix minutes par mois d'ici les six prochains mois; la norme américaine est de 12 minutes.
<b>Nom :</b>	<b>Taux de satisfaction générale de la clientèle par type de service.</b>
<b>BI</b>	La proportion de la clientèle questionnée qui affirme sa satisfaction face au service.
<b>Mesure</b>	Par le nombre d'individu signifiant leur satisfaction sur le nombre d'individus interrogés (résidentiels ou commerciaux). La comparaison sur une base annuelle par secteur.
<b>Calcul</b>	Définir un questionnaire en ligne pour les clients sur une base mensuelle. Puis on amasse les données et on réalise le calcul selon la mesure précédente.
<b>Cible</b>	Maintenir un taux près de 90% sur l'année et une tendance positive.
<b>Nom :</b>	<b>Délai moyen d'attente avant une intervention.</b>
<b>BI</b>	Connaître l'efficacité et la charge de travail des groupes de techniciens.
<b>Mesure</b>	Durée entre l'instant où le client effectue une demande de service et celui où le technicien Réalise l'intervention en moyenne et sur une base mensuelle.
<b>Calcul</b>	On calcule le nombre d'heures écoulées entre la saisie logicielle de la demande client et le moment où elle est inscrite solutionnée. On établit ensuite mensuellement la moyenne. On calcule finalement les écarts entre les résultats prévus et ceux obtenus sur une base mensuelle.
<b>Cible</b>	Diminuer le délai moyen avant une intervention à dix minutes.
<b>Nom :</b>	<b>Taux d'adhésion de la clientèle aux différents services.</b>
<b>BI</b>	Connaître le niveau de popularité d'un service auprès de la clientèle.
<b>Mesure</b>	Moyenne des taux mensuels d'adhésion aux nouveaux services.
<b>Calcul</b>	Le nombre de clients adoptant un nouveau service sur le nombre total de clients à qui ce service a été proposé. On établit la moyenne pour l'ensemble des nouveaux services. Il est apposé à l'indicateur de résultats de l'année antérieure.
<b>Cible</b>	D'avoir une augmentation au niveau service à 35% et un taux de maintien de 90%.

Tableau 4.10 Déroulement du projet de tableau de bord pour les services Internet

Titre	Description
<b>Phase 1 : Définir l'organisation du projet de TB.</b>	
<b>Objectifs</b>	Déterminer les éléments du projet de façon à assurer le pilotage des services internet.
<b>Intervenants</b>	Quatre gestionnaires sont impliqués et l'équipe de recherche.
<b>Livrables</b>	Plan de réalisation du TB.
<b>Constat</b>	Une rencontre a permis de faire connaître le projet et de déterminer les attentes des gestionnaires et de l'équipe. Le plan de réalisation a été développé et approuvé.
<b>Phase 2 : Identification des préoccupations de gestion et des indicateurs liés.</b>	
<b>Objectifs</b>	Déterminer les BI des divers intervenants et des indicateurs potentiels.
<b>Intervenants</b>	L'équipe de recherche.
<b>Livrable</b>	Les diverses BI, des mesures et des squelettes d'indicateurs potentiels plus ou moins avancés.
<b>Constat</b>	Elle a permis de déceler plusieurs lacunes dans la gestion courante des opérations. L'approche de définition des indicateurs d'ISO15939 (ISO15939, 2007) n'offre aucune approche pour la sélection et la détermination des indicateurs. Une approche a été explorée (annexe IX). La problématique n'est pas sur la définition des indicateurs mais sur le grand nombre que l'on peut trouver et la difficulté de déterminer ceux représentant la plus grande pertinence et le plus de potentiel.
<b>Phase 3 : Conception des indicateurs du TB.</b>	
<b>Objectifs</b>	Développer les indicateurs retenus pour apparaître dans le TB.
<b>Intervenants</b>	Un chercheur.
<b>Livrables</b>	Un ensemble de description des indicateurs retenus.
<b>Constat</b>	Les indicateurs de la page principale et de trois pages secondaires du TB ont été définis.
<b>Phase 4 : Informatisation et la réalisation du système de production de production de TB.</b>	
<b>Objectifs</b>	Construire un prototype de TB pour les divers gestionnaires.
<b>Intervenants</b>	L'équipe de recherche et une équipe de programmation.
<b>Livrables</b>	La définition complète des indicateurs (ventilation, mesure, cibles) et les prototypes.
<b>Constat</b>	Trois prototypes ont été construits. Un en utilisant un chiffrier comme base pour la mise en place, un autre en se basant sur le langage de programmation JAVA dans une interface classique, le dernier en s'appuyant sur la technologie web. La création des modules nécessaires à l'alimentation en données des divers indicateurs s'est avérée une tâche demandant trop de ressources malgré les gains anticipés par la mise en place des TB.
<b>Phase 5 : Mise en œuvre du TB dans le contexte réel.</b>	
<b>Objectifs</b>	Juger de la pertinence des méthodes de développement utilisées et de celles d'outils dans un contexte réel d'utilisation.
<b>Intervenants</b>	L'équipe de chercheur, les développeurs et les gestionnaires.
<b>Livrable</b>	Les trois prototypes construits.
<b>Constat</b>	Les expérimentations faites en nourrissant la BD de façon manuelle ont démontré la contribution que peut apporter un TB à la qualité du pilotage et aux diverses interventions. La capacité de ventiler et d'exécuter des recherches descendantes (drilldown) vers les données impliquées dans une problématique a aussi causé des difficultés technologiques de programmation. Des solutions spécifiques ont été appliquées qui doivent être modifiées à chaque itération de données. Une approche générique devra être trouvée. La mise en œuvre du TB dans le contexte réel n'a donc pas été complétée mais un plan d'acquisition de logiciels pour la mise en place et d'intégration des données a été défini. Un plan pour la définition des processus et de flux de travail de ce département a aussi été proposé.

#### 4.5.2 Tableau de bord portant la gestion des finances

Ce TB pour la gestion des finances sera expérimenté dans les deux organisations de manière séquentielle en mettant en place d'abord chez Net Communications puis dans la seconde organisation sans modification des indicateurs à la gestion financière de l'organisation, ce qui inclut la gestion comptable (tableau 4.11). Notre état de l'art sur les TB nous avait montré qu'il existe plusieurs logiciels disponibles pour réaliser des TB de finance mais ils sont généralement liés à un produit d'« Enterprise Resource Planning » (ERP) spécifique non adaptable aux produits logiciels utilisés par l'organisation. Elle a aussi servi de base d'expérimentation et de réflexion aux approches présentées dans le chapitre 6. Ces travaux nous ont conduits à poser la base d'un besoin d'un modèle d'évaluation globale de l'organisation s'appuyant sur la mesure. Plusieurs des indicateurs développés ici ont servi de base au développement des indicateurs de la perspective financière dans la gestion stratégique. Ils serviront aussi de base dans notre modèle de l'évaluation de la rentabilité globale. Les interfaces principales du TB sont présentées dans la figure 4.19.

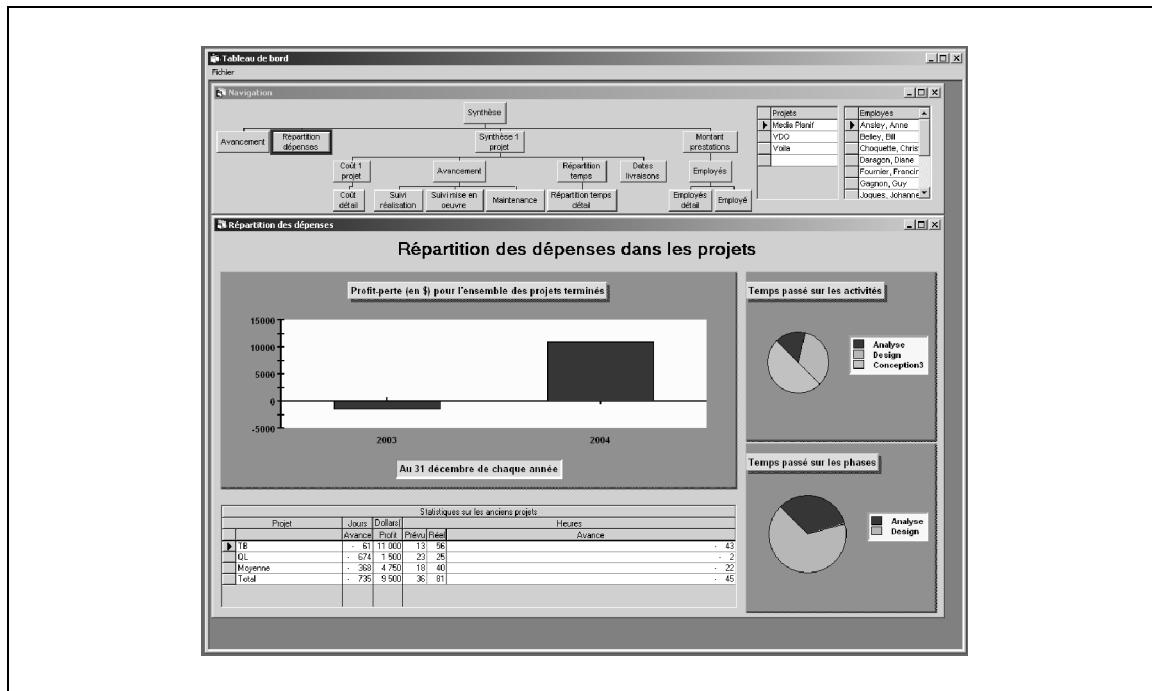


Figure 4.19 Interfaces principales du TB

Tableau 4.11 Déroulement du projet de gestion de la finance

<b>Titre</b>	<b>Description</b>
<b>Phase 1 : Définir l'organisation du projet de TB.</b>	
<b>Objectifs</b>	S'assurer de la rentabilité financière de la SIO durant des périodes variables.
<b>Intervenants</b>	Haute direction et les responsables de la gestion financière.
<b>Livrable</b>	Plan de réalisation du TB.
<b>Constat</b>	Notre analyse, nous a permis de réaliser que les systèmes d'information comptables et de gestion donnent accès à un grand ensemble de données facilitant le travail du développement des indicateurs.
<b>Phase2 : Identification des préoccupations de gestion des indicateurs.</b>	
<b>Objectifs</b>	Déterminer les BI des divers intervenants et des indicateurs potentiels.
<b>Intervenants</b>	Équipe de recherche, haute direction et les responsables de la gestion financière.
<b>Livrable</b>	Les diverses BI et des squelettes d'indicateurs potentiels.
<b>Constat</b>	Une structure pyramidale des indicateurs qui permet de passer sans rupture du raisonnement, de la synthèse à l'analyse, du général au particulier, et inversement a été utilisée. Nous avons pris en compte la gestion des projets comme cœur de la production. Les produits sont considérés comme les livrables associés à un contrat. Ceci se prête à un enchaînement logique de liaisons de cause à effet, dont les responsabilités de gestion apparaissent.
<b>Phase 3 : Conception des indicateurs et du TB.</b>	
<b>Objectifs</b>	Développer les indicateurs retenus pour apparaître dans le TB.
<b>Intervenants</b>	Un chercheur.
<b>Livrable</b>	Une série de quatre indicateurs et leurs construits.
<b>Constat</b>	Nous avons défini la structure proposée précédemment en mettant en évidence le concept de rentabilité globale. Nous divisons ensuite en deux groupes : prix de revient et structure ou rotation des ressources et des actifs. Le groupe prix de revient se divise en trois sous groupes soit analyse par nature, de fonction et de contrat. Nous avons par la suite réalisé la conception d'une page principale incluant la définition des indicateurs ainsi que les approches de forage et de la structure logique de la navigation. Les figures 4.19 et 4.20 présentent les deux interfaces principales du TB soit le bilan et le compte rendu d'exploitation d'un projet.
<b>Phase 4 : Informatisation et la réalisation du système de TB.</b>	
<b>Objectifs</b>	Construire des prototypes de TB pour les divers gestionnaires.
<b>Intervenants</b>	L'équipe de recherche et une équipe de programmation.
<b>Livrable</b>	La définition complète des indicateurs (ventilation, mesure, cibles) et les prototypes.
<b>Constat</b>	Un ETL a été utilisé pour le transfert et la transformation des données vers une BD. Les interfaces ont été développées pour être utilisables dans le web dans une approche multi-tiers basée sur des services Web en utilisant une librairie pour la gestion de l'interface (annexe III).
<b>Phase 5 : Mise en œuvre du TB dans le contexte réel.</b>	
<b>Objectifs</b>	Juger de la pertinence des méthodes de développement utilisées.
<b>Intervenants</b>	L'équipe de chercheur, les développeurs et les gestionnaires.
<b>Livrable</b>	Prototypes.
<b>Constat</b>	Le déploiement a été un succès permettant aux gestionnaires une vue réelle de l'état de la SIO. Suite au succès des travaux initiaux, l'organisation a pris la décision de compléter le prototype pour en faire un outil. Les gestionnaires sont conscients que ces mesures sont partielles et portent sur des données historisées et ne tiennent pas compte de la valeur du CI.

## Présentation des principaux indicateurs

Les divers indicateurs (tableau 4.12) sont des adaptations de notions comptables. Ces derniers indicateurs ont été adaptés aux besoins particuliers des SIO de type PME.

Tableau 4.12 Présentation des principaux indicateurs de gestion de la finance

<b>Nom :</b> Rentabilité globale.	
<b>BI</b>	Les gestionnaires cherchent à réaliser un profit suffisant pour rémunérer convenablement les capitaux mis à leur disposition, maintenir son potentiel technique et économique, assurer une raisonnable expansion, compte tenu de l'évolution du marché et des tendances conjoncturelles.
<b>Mesure</b>	Le produit naturel à suivre les variations du taux de rotation du capital.
<b>Calcul</b>	Le produit du bénéfice sur vente par le nombre de rotation du capital. Le bénéfice se calcule par une des revenus moins les dépenses globales pour chaque mois puis pour chaque période selon les normes comptables. Le taux de rotation du capital correspond au montant des ventes divisé par le capital investi. Il mesure l'efficacité de l'entreprise à générer des ventes à partir d'un capital investi donné.
<b>Cible</b>	Doit être supérieur au taux d'intérêt bancaire plus trois pourcent.
<b>Nom :</b> Degré d'indépendance financière.	
<b>BI</b>	Connaître la capacité de l'entreprise à se financer par ses propres moyens.
<b>Mesure</b>	On divise les capitaux propres par les capitaux permanents. Les capitaux propres se calcule en additionnant se que la SIO possède (bâtiments, terrains, machines, trésorerie) moins ses dettes. les capitaux permanents d'une entreprise sont la somme des fonds propres, des provisions des impôts différés et des dettes à long terme.
<b>Calcul</b>	Ratio ressources propres divisé par le total des ressources.
<b>Cible</b>	Doit être supérieur à cinquante pourcent.
<b>Nom :</b> Indicateurs investissement.	
<b>BI</b>	S'assurer que les investissements soit financés le plus possible par les capitaux permanents.
<b>Mesure</b>	Calcul de la valeur du projet d'investissement sur les capitaux propres.
<b>Calcul</b>	La somme des capitaux propres divisée par la somme des actifs stables.
<b>Cible</b>	S'il tend vers un nombre inférieur à un, l'entreprise devient vulnérable mais ce raisonnement doit être complété et financé pour tenir compte des évolutions de la conjoncture technique et économique.

### 4.5.3 Tableau de bord portant la gestion d'un projet de développement logiciel

Une des faiblesses des processus de gestion de projet, déceler par nos travaux, est la difficulté pour les chefs de projets de connaître rapidement l'état de la situation des divers aspects du projet sans une collecte et un traitement des données, long et parfois complexe. Le

TB d'un projet (figure 4.20) est un outil à la disposition de la conduite de projet assurant la supervision d'un projet en permettant de suivre et de contrôler le bon déroulement de celui-ci. Il a un seul type d'utilisateurs pour ce TB, soit le chef de projet.

Une analyse de faisabilité nous a permis de montrer que pour qu'un TB automatisé soit réalisable des logiciels de gestion doivent être utilisés en amont et en aval de celui-ci. Nous avons choisi ce domaine pour limiter la problématique d'accès aux données rencontrée dans nos précédents travaux car le chef de projet utilise un logiciel spécialisé de gestion de projet et a accès aux données du logiciel de gestion de feuille de temps ventilé. De plus, un logiciel d'affectation des ressources a aussi été mis en place pour assurer le contrôle du TB sur les processus. De plus, nous avons conduit ce cycle expérimental dans le but de mettre en place un TB dans un contexte réel. Lors de cette expérimentation nous explorerons diverses approches pour la définition des indicateurs. Chacune de ces expérimentations a été réalisée à partir d'approches différentes. Le tableau 4.13 présente une synthèse des activités réalisées durant cette partie du projet. Dans notre démarche de développement ce TB a initialement été développé pour répondre aux besoins de Softtool et expérimenté dans deux projets. Il a ensuite été modifié pour les particularités de Net Communications et expérimenté dans un de leurs projets.

Une étude nous a permis de localiser plusieurs indicateurs de gestion de projet utilisables dans notre contexte. Ils ont été étudiés, sélectionnés et dans certains cas intégrés dans notre expérimentation. Un nombre minimum de processus doit être assuré dans tous les projets. Nous avons réalisé un plan de réalisation des divers TB et les expérimentations liées. Nous avons utilisé trois approches différentes pour la détermination des divers indicateurs. Notre système logiciel d'acquisition automatique des données (SAAD) a été utilisé mais le reste du TB a été programmé.

Tableau 4.13 Déroulement du projet de TB pour la gestion d'un projet de développement logiciel

Titre	Description
<b>Phase 1 : Définir l'organisation du projet de TB.</b>	
Objectifs	Déterminer les attentes des chefs de projets.
Intervenants	Deux chefs de projets sont impliqués et l'équipe de recherche.
Livrable	Plan de réalisation du TB.
Constat	La seconde rencontre regroupant tous les membres de l'organisation a permis de définir trois secteurs, soit : le suivi de l'avancement du projet d'une manière générale, le suivi de la réalisation du projet et le suivi de l'exploitation de l'application réalisée. Trois types de données doivent être suivis : celles rendant compte de l'avancement du projet, celles mesurant la consommation des ressources et celles évaluant les facteurs de risque du projet.
<b>Phase 2 : Identification des préoccupations de gestion et des indicateurs liés.</b>	
Objectifs	Déterminer les BI des divers intervenants et des indicateurs potentiels.
Intervenants	L'équipe de recherche.
Livrable	Découpage en secteurs cibles et en niveaux hiérarchiques. Définitions des indicateurs nécessaires.
Constat	Sept domaines d'indicateurs cibles représentant les préoccupations de gestion ont été définis : suivi de l'avancement; suivi des coûts; humains; suivi de la réalisation; de la mise en œuvre; performances techniques; suivi des activités de maintenance.
<b>Phase 3 : Conception des indicateurs du TB.</b>	
Objectifs	Définir les indicateurs ainsi que les pages d'indicateurs.
Intervenants	Un chercheur.
Livrable	La figure 4.20 présente la page d'indicateurs principale et les pages secondaires.
Constat	La structure logique de la navigation est basée sur l'avancée chronologique du projet.
<b>Phase 4 : Informatisation et la réalisation du système de production de production de TB.</b>	
Objectifs	Consiste à définir les indicateurs ainsi que les pages d'indicateurs.
Intervenants	L'équipe de recherche et une équipe de programmation.
Livrables	La figure 4.20 présente la page d'indicateurs principale et les pages secondaires.
Constat	La structure logique de la navigation est basée sur l'avancé chronologique du projet.
<b>Phase 5 : Mise en œuvre du TB dans le contexte réel.</b>	
Objectifs	Réaliser l'informatisation et la réalisation du TB de gestion de projet.
Intervenants	L'équipe de chercheur, les développeurs et les gestionnaires.
Livrables	Les trois prototypes construits.
Constat	Nous avons finalisé les trois prototypes initiaux. Notre choix technologique s'est arrêté sur le langage de VB6 et la BD Access. Notre ETL a permis d'arrimer le TB au logiciel de gestion de projet, de la feuille de temps et de l'affectation. Finalement le logiciel a été expérimenté dans deux projets et mis en usage dans l'organisation après de légères modifications.

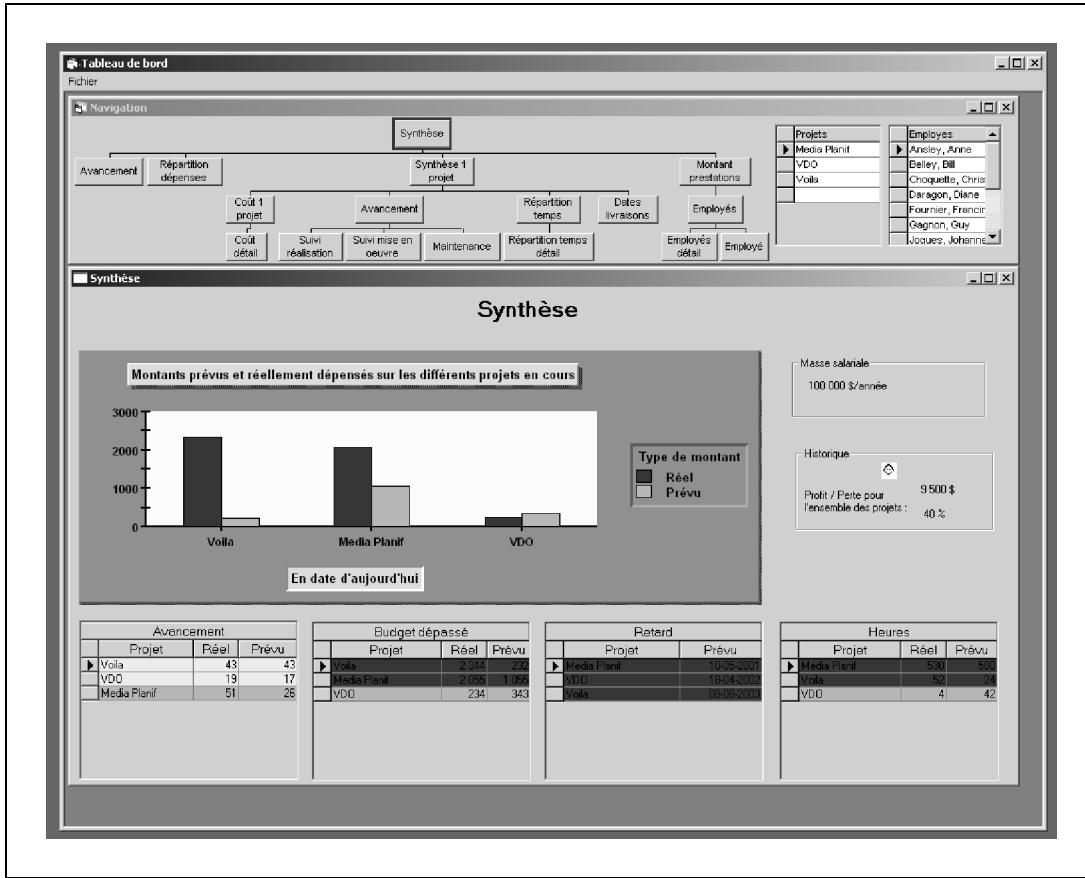


Figure 4.20 Page principale d'indicateurs du TB

## Présentation des principaux indicateurs

Le TB de projet permet de traduire les objectifs globaux du projet pour les optimiser de manière à obtenir une forte satisfaction du client avec un coût maîtrisé pour l'entreprise et de construire une trajectoire permettant de les atteindre. Il permettra d'évaluer l'état d'avancement en conformité à la référence établie : prestation versus satisfaction client, coût versus budget, qualité versus contrat, délai versus planification. Il permet d'identifier, mesurer et corriger les variations, d'évaluer les risques et ce qui reste à faire de manière à réagir rapidement en définissant et en mettant en œuvre les actions nécessaires pour ramener

la prévision vers les objectifs. Nous exposons au lecteur les principaux indicateurs (tableau 4.14) que l'on retrouve dans le TB des gestionnaires de projet.

Tableau 4.14 Les principaux indicateurs de gestion des processus de production des SIO

<b>Nom :</b>	<b>Délai.</b>
BI	Les gestionnaires (chefs de projet) désirent connaître l'écart entre la date de fin prévue et la date de fin révisée d'un projet.
Mesure	Jour (durée d'étape, en personne/année ou en date).
Calcul	On doit connaître la date de début et de fin de chaque activité ainsi que l'enchaînement de ces activités. Ces définitions permettent de calculer le chemin critique qui donne la date de fin du projet. On recalcule le chemin critique à partir des nouvelles évaluations et la nouvelle date de fin. La cible est d'arriver à la date prévue.
Cible	Arriver à la date prévue ou écart que l'on espère égal à zéro.
<b>Nom :</b>	<b>Avancement absolu.</b>
BI	Les gestionnaires désirent connaître la quantité de travail réalisée. à un instant donné dans le projet.
Mesure	En pourcentage.
Calcul	Additionnent le nombre des activités réalisées à 100% au calendrier sur le nombre total d'activités au calendrier au moment désigné.
Cible	100%.
<b>Nom :</b>	<b>Écart de coût.</b>
BI	Les gestionnaires désirent connaître les écarts de coûts entre le budget planifié et le réel à un moment donné.
Mesure	Exprimé sur une base économique identique (Dollars, ...).
Calcul	La différence entre le coût prévisionnel final et le budget global à la date du calcul.
Cible	0.

#### 4.5.4 Tableau de bord sur la gestion des processus de production d'une SIO

Dans la présente section, nous avons cherché à mettre en place un TB générique pour la mesure des performances d'un processus en se basant sur leurs aspects généraux. Le TB de gestion projet couvre déjà plusieurs domaines des processus du niveau 2 du CMMI, mais là encore, ils ont été développés de manière spécifique. Nous essayons de répondre aux BI génériques des gestionnaires responsables des divers processus et qui porteront sur l'évaluation de l'efficacité, de la conformité du travail réalisé, de la disponibilité au bon moment des livrables. Ces travaux ont essayé de réduire les coûts de développement et de

maintenance des TB. Notre objectif est d'assurer le maintien des BP mises en place lors des PAC. Le tableau 4.15 présente le déroulement de ce projet.

Tableau 4.15 Déroulement du projet de TB de gestion des processus de production d'une SIO

Titre	Description
<b>Phase 1 : Définir l'organisation du projet de TB.</b>	
Objectifs	Déterminer les éléments du projet de façon à assurer le pilotage des services internet.
Intervenants	Les gestionnaires sont impliquée et l'équipe de recherche.
Livrables	Plan de réalisation du TB.
Constat	La difficulté majeure est d'avoir accès aux données nécessaires aux calculs des indicateurs. Le développement de ce TB devra avoir lieu en parallèle avec le déploiement des logiciels de support à l'automatisation de la programmation.
<b>Phase 2 : Identification des préoccupations de gestion et des indicateurs liés.</b>	
Objectifs	Déterminer les BI des divers intervenants et des indicateurs potentiels.
Intervenants	L'équipe de recherche.
Livrables	Les divers BI, des mesures et des squelettes d'indicateurs potentiels plus ou moins avancés.
Constat	Les BI fondamentaux du TB est de connaître le niveau d'avancement réel d'un projet. La ventilation de ce BI s'exprime en termes de qualité globale des livrables produits, des composantes achevées, du temps utilisé.
<b>Phase 3 : Conception des indicateurs du TB.</b>	
Objectifs	Déterminer les BI des divers intervenants et des indicateurs potentiels.
Intervenants	L'équipe de recherche.
Livrable	Les diverses BI, des mesures et des squelettes d'indicateurs potentiels plus ou moins avancés.
Constat	Trois groupes d'indicateurs ont été créés soit les indicateurs de projets, les indicateurs AQ de livrables et ceux d'AQ du code.
<b>Phase 4 : Informatisation et la réalisation du système de production de production de TB.</b>	
Objectifs	Construire des prototypes de TB pour les divers gestionnaires.
Intervenants	L'équipe de recherche et une équipe de programmation.
Livrable	La définition complète des indicateurs (ventilation, mesure, cibles) et les prototypes.
Constat	Nous avons utilisé une série de logiciels pour mesurer la qualité du code logiciel livré en terme de couverture de tests, de documentation et des caractéristiques (patron de codage, force du couplage, cohésion, ...) ainsi que des pratiques et logiciels nécessaires à la configuration logicielle. Le TB fut ensuite lié à la feuille de temps et au logiciel de gestion de projet.
<b>Phase 5 : Mise en œuvre du TB dans le contexte réel.</b>	
Objectifs	Juger de la pertinence des méthodes de développement utilisées et de celles d'outil dans un contexte réel d'utilisation.
Intervenants	L'équipe de chercheurs, les développeurs et les gestionnaires.
Livrable	Les trois prototypes construits.
Constat	Le déploiement a été plutôt difficile ne permettant pas aux gestionnaires une vue réelle de l'état du développement. Suite aux travaux initiaux, l'organisation a pris la décision de compléter le prototype, mais après avoir consolidé les pratiques de développement.

Le TB développé doit répondre aux requis du domaine de la mesure et de l'analyse du niveau 2 du CMMI. Ce domaine doit répondre à deux buts spécifiques soit l'alignement des activités de mesures et d'analyse et la diffusion des résultats de mesures ainsi que les pratiques spécifiques associées. Cette approche est similaire aux modèles de mesures des processus proposés dans la norme ISO15939 (ISO15939, 2007) qui propose un ensemble de BP qui peuvent être mises en place pour répondre aux demandes du CMMI. L'intégration du modèle d'information de la mesure permettra d'assurer le développement d'indicateurs de qualité.

La faiblesse principale de la situation est la complexité et le nombre de ressources nécessaires au support à la technologie de TB. Nous avons d'abord porté nos efforts sur la définition d'indicateurs génériques adaptables générant le moins de modifications possibles à tous les niveaux du cycle de vie de l'indicateur. Nous avons aussi développé des prototypes d'environnement logiciel pour le support des produits d'informations à base d'indicateurs ce qui inclut les TB.

### **Présentation des principaux indicateurs**

Le TB des indicateurs permet de traduire les objectifs globaux des processus. Il permettra d'évaluer l'état d'avancement en conformité à la référence établie pour chacun des processus dans leurs exécutions et objectifs. Il permet d'identifier, de mesurer et de corriger les variations d'un processus. Nous exposons dans le tableau 4.16 les principaux indicateurs que l'on retrouve dans le TB.

Tableau 4.16 Les principaux indicateurs de gestion des processus de production des SIO

<b>Nom :</b>	<b>Écart du budget de fonctionnement du processus.</b>
<b>BI</b>	Connaître les écarts du budget de fonctionnement du processus.
<b>Mesure</b>	Mesure continuellement en dollars les efforts consentis au projet en rémunération, les écarts budgétaires, ainsi que les écarts dans leur ensemble et par type de dépense.
<b>Calcul</b>	par l'écart entre le montant prévu et les montants des dépenses selon la granularité retenue.
<b>Cible</b>	Une comparaison peut être faite par type de dépense.
<b>Nom :</b>	<b>Délai moyen de la livraison des livrables clients.</b>
<b>BI</b>	Connaître l'efficacité globale de l'aptitude au travail en équipe et à assurer la rapidité des réponses aux demandes.
<b>Mesure</b>	Périodicité : mensuelle.
<b>Calcul</b>	Moyenne des délais de réponse. Le nombre de jours entre le moment où le client du processus fait une demande de service et celui où le processus répond.
<b>Cible</b>	Est de réduire à une journée les délais de réponse.
<b>Nom :</b>	<b>Délai moyen des erreurs dans les processus.</b>
<b>BI</b>	Connaître les erreurs qui surviennent dans le fonctionnement des processus.
<b>Mesure</b>	Moyenne des erreurs pour un processus sur une période établis par l'utilisateur.
<b>Calcul</b>	On dénombre les erreurs déterminées par les gestionnaires d'AQ sur les divers livrables en se basant sur les listes de vérifications liées aux livrables et aux erreurs trouvées par les systèmes automatiques de vérification. On détermine le nombre d'élément vérifier et on crée un pourcentage du qu'elles ont détermine une moyenne pour des activités d'un livrable puis de manière incrémentale pour un processus.
<b>Cible</b>	Réduire de dix pourcent dans le prochain trimestre le nombre d'erreurs.

#### 4.6 Expérimentation d'un programme d'amélioration continue

Cette section a pour objectif d'explorer l'application du PAC Six Sigma dans des organisations de type SIO particulièrement dans les PME et de juger de sa pertinence dans le présent contexte. Elle a aussi comme objectif de vérifier si son utilisation entraînera effectivement une optimisation locale. Elle formera une base d'expérimentation pour vérifier si la mise en place d'un TB de supervision des processus visés assurera le maintien à long terme des BP. Dans les deux expérimentations nous avons respecté le plus fidèlement possible les concepts et les approches liés au Six Sigma. Nous présenterons d'abord l'expérimentation conduite chez Net Communications, puis celle réalisée chez Softtool. Nous terminerons cette section par une évaluation de cette approche face à nos objectifs.

#### **4.6.1      Expérimentation dans l'organisation Net Communications**

Notre expérimentation se situera dans notre cheminement de recherche immédiatement après la mise en place des processus et des pratiques du niveau 3 du CMMI et deux mois après la seconde évaluation SCAMPI, période durant laquelle les données servant aux choix du projet ont été amassées. L'évaluation réalisée précédemment a permis de déterminer le problème dont la résolution offre le plus grand potentiel financier parmi ceux déterminés lors de l'évaluation SCAMPI en considérant le RI et l'écart de performance avec le niveau de performance attendu. Le projet s'est déroulé sur une période de six mois et a impliqué deux personnes pour un équivalent d'une ressource année. La synthèse des activités est présentée dans le tableau 4.17.

Le problème retenu porte sur la gestion des demandes de changement qui proviennent de l'ensemble des clients et nonobstant qu'au moment de réaliser ce travail les divers types de requis soient gérés en conformité avec le niveau 2 du CMMI le niveau de performance attendu n'est pas atteint. Les analyses préliminaires démontrent que ces demandes de changements mettent en lumière deux problématiques internes : d'abord le fait que l'AQ ne remplit pas complètement son rôle et ensuite que malgré la définition des requis plusieurs incompréhensions demeurent entre les divers intervenants sur les spécifications du logiciel. Comme base pour la définition des mesures nous avons amassé dans l'historique de l'organisation le nombre de demandes de changements et le nombre total d'erreurs par projet sur une période de trois ans ainsi que les données sur les divers paramètres relatifs aux projets liés au traitement des demandes de changements.

La solution a consisté à modifier complètement le déroulement du processus qui s'exécute maintenant de la façon suivante : on enregistre les demandes dans un formulaire standardisé, puis on envoie l'information au gestionnaire de compte lié au client et aux intervenants désignés par ce dernier, procédant alors à l'évaluation par un expert du travail à effectuer, un estimateur révise l'évaluation et émet un devis. Le devis devient alors disponible aux clients. Si le devis est accepté, on tombe en mode développement incluant l'AQ au niveau des tests

de régression. La modification est alors sur le serveur de production et est mise automatiquement sur le site de pré-production à la demande du responsable de compte. Le client voit et peut évaluer la conformité du résultat avec sa demande. Après approbation et définition de la date de mise en production le changement est exécuté selon ces paramètres.

Durant nos expérimentations on s'est rapidement aperçu de la mise en place de processus ad hoc et du retour progressif au processus antérieur. Nous avons donc procédé à la mise en place d'un logiciel multi-clients doté d'une interface web qui permet de formuler et de gérer les demandes de changement. Le client peut suivre la progression du traitement et de la demande de changement en ligne et les ordres de priorité de ses demandes. On assure aussi la gestion de la date d'arrivée de la demande, la date de mise en ligne demandée par le client. Ces dernières passent à travers divers statuts qui donnent l'état du traitement de cette demande. Après livraison, elles sont archivées et les informations de facturation sont envoyées au service comptable. Nous avons ainsi plus de données pour développer les indicateurs appropriés pour le contrôle et l'évaluation des processus liés. Ces processus sont utilisés de manière permanente sur tous les projets assurant que chaque demande est traitée, non négligée; par contre la source du problème de la mauvaise définition des requis reste entière et devra faire l'objet d'autres travaux. Au niveau de l'organisation aucune des mesures disponibles ne permet de juger d'une amélioration globale.

Tableau 4.17 Déroulement du projet Six Sigma dans la SIO

Titre	Description
<b>Étape 1 : Identifier le problème offrant le plus de potentiel de gain pour l'organisation.</b>	
Activité	Examiner problèmes potentiels. Sélectionner un problème. Rechercher les données de référence. Détermination d'un problème clairement énoncé. Analyse préliminaire.
Objectifs	Connaître les sujets des problèmes, leur gravité et leur priorité, les répercussions sur les clients
Livrable	Énoncé de la problématique et un calendrier du déroulement de projet.
Constat	Le client ne connaît pas l'état de ses demandes qu'il considère généralement comme des erreurs de programmation. Initialement, chacune de ses demandes est traitée par la personne responsable du client généralement le directeur de compte ou le chef de projet selon une approche qui lui est propre. Cette situation est irritante pour les gestionnaires car elle affecte l'image de l'organisation en offrant une impression de désorganisation qui n'est pas réelle.
<b>Étape 2 : Décrire la situation actuelle.</b>	
Activité	Définir la mesure. Recueillir des informations en se focalisant sur les données les plus pertinentes. Recherche des données mesurables.
Objectifs	Déterminer les données mesurables permettant de caractériser le processus concerné de manière à mesurer le résultat existant.
Livrable	Mesures, diagramme de poisson et des cartes de flux de travail.
Constat	Les entités impliquées dans la mesure sont les demandes donc les attributs principaux sont le type associé, le nombre et les erreurs inscrites dans le logiciel de configuration.
<b>Étape 3 : Analyser les causes des erreurs.</b>	
Activité	Analyse statistique des données pour déterminer les causes principales des erreurs Développer des théories sur les causes fondamentales. Formaliser par des données mesurables.
Objectifs	Connaître les origines des principaux dysfonctionnements.
Livrable	Document d'analyse.
Constat	Les résultats permettent de confirmer les divers dysfonctionnements. Plusieurs graphiques et courbes de corrélations ont été réalisés pour tenter de déterminer des relations de causalité ou de caractériser les erreurs en utilisant une représentation basée sur des nuages de point.
<b>Étape 4 : Mettre en place les solutions retenues.</b>	
Activité	Rechercher, sélectionner et valider les actions les plus efficaces. Élaborer, déployer et valider les solutions.
Objectifs	Connaître les impacts des actions déployées pour atténuer les causes identifiées.
Livrable	Modification et amélioration aux pratiques courantes.
Constat	La solution a consisté à modifier complètement le déroulement du processus.
<b>Étape 5 : Suivi des solutions.</b>	
Activité	Surveiller le processus. Évaluer les résultats obtenus et constater les résultats Étudier les écarts entre les données initiales et les résultats.
Objectifs	Connaître les résultats du nouveau processus.
Livrable	Rapport d'évaluation de la situation.
Constat	Durant nos expérimentations on s'est rapidement aperçu de la mise en place de processus ad hoc et du retour progressif au processus antérieur.

#### **4.6.2      Expérimentation dans l'organisation Softtool**

Cette expérimentation a eu lieu aussitôt la mise en place des processus et BP au niveau 2 du CMMI et de l'évaluation de la situation accomplie. L'évaluation a servi de base pour la détermination du projet, les mêmes approches et critères furent utilisés. Un projet de trois mois impliquant une seule ressource a été réalisé.

Le problème chez Softtool consiste dans des délais de livraison de produits, de composantes et de correctifs. Plusieurs processus sont impliqués dans cette problématique. Nous avons mis l'emphase sur le problème d'affectation Ad Hoc des ressources. Une pratique courante dans l'organisation consiste à ce que les responsables de comptes demandent directement aux développeurs de faire des petites modifications sur des parties de code qu'ils ont développé pour répondre à un besoin d'un client. Les motifs pour cette action sont symptomatiques de problèmes plus profonds tels des manques dans l'AQ, mauvaise compréhension des requis, affectation distribuée des ressources, etc., comme l'a démontré notre analyse de la situation grâce à la modélisation par le processus de poisson. Elle a de plus montré que ces temps sont comptabilisés dans la feuille de temps sur le projet sur lequel il travaille actuellement, faussant ainsi l'ensemble des données sur le projet. Cette situation oblige le chef de projet à replanifier le projet et à créer des plans correctifs entraînant des coûts et/ou des délais importants dans le projet. La mise en place d'une politique interdisant cette manière de procéder a éliminé cette pratique. La nouvelle situation a engendré une série de problèmes en causant l'insatisfaction de plusieurs clients et une surcharge des divers chefs de projet pour acquérir l'information nécessaire. La solution a consisté à modifier la feuille de temps de manière à inverser le processus de façon à forcer l'affectation des ressources avant l'exécution de la tâche et non plus à collecter les données sur les tâches exécutées. Le logiciel « Voilà » a été intégré aux pratiques de l'organisation pour permettre la centralisation de la gestion des projets. Ce projet a permis de pousser l'entreprise à investir dans la mise en place du niveau 3 du CMMI.

Le Six Sigma est une réorganisation ou un assemblage d'outils généralement statistiques issus de pratiques déjà connues mais adaptées au contexte des PAC. Cependant dans le contexte des SIO de type PME la mesure de six écarts types est trop demandante. Notons que l'entreprise doit déjà avoir une description des processus sur lesquels elle se base sinon l'amélioration et son évaluation sont impossibles.

#### 4.7 Expérimentation d'un système de gestion stratégique (SGS)

Cette section présente les expérimentations qui nous conduiront à la mise en place d'un système de gestion stratégique (SGS). Ces expérimentations nous amèneront à définir divers éléments qui seront intégrés pour former éventuellement une méthodologie. Notre étude de l'état de l'art nous a déjà permis de déterminer que le BSC était la meilleure approche dans le présent contexte. Nous avons justifié ce choix précédemment. Nous conduirons deux séries d'expérimentations de la mise en place d'un SGS basé sur l'approche du BSC dans nos deux organisations hôtes qui seront présentées dans les deux prochaines sections :

1. Dans le premier groupe d'expérimentations, mené dans l'entreprise un, nous avons expérimenté une mise en place et une approche traditionnelle du BSC telles qu'énoncé initialement par les créateurs de l'outil. La démarche suivie est énoncée au chapitre un. Nous nous sommes limités à l'utilisation de logiciels bureautiques pour la cueillette, le traitement et la diffusion des informations relatives au BSC.
2. Un second groupe d'expérimentations a porté sur l'introduction de technologies de support à la gestion stratégique. Des essais ont aussi eu lieu sur l'utilisation de la carte stratégique; ce modèle a été proposé par les auteurs pour prendre mieux en compte les relations de causalité.

Dans le cadre de ces travaux d'obtention de son Master, un stagiaire de l'université de Lyons de France a participé aux différentes activités. Guidé par le chercheur, il a assuré le rôle de chef de projet en assurant le suivi du projet, certains travaux complémentaires sur l'état de l'art, le développement d'outils méthodologiques, la mise en place et la formation sur le

logiciel et même dans certains cas de la programmation de composantes nécessaires à l'intégration.

#### **4.7.1      Expérimentation du BSC de Net Communications**

Dans cette première organisation, nous avons suivi un chemin traditionnel de la mise en place du BSC tel que présenté en annexe I du présent document. Sur le plan conceptuel, tel qu'il a été initié par Kaplan et Norton, le déploiement du BSC (Kaplan et Norton, 1992) relève d'une démarche essentiellement « top down ». Celle-ci consiste à déployer l'outil sur un plan technique soit de la déclinaison des indicateurs stratégiques vers les indicateurs opérationnels et à accompagner ce déploiement d'une stratégie de communication pour légitimer l'intérêt de l'outil. Cette approche est avant tout la résultante d'une conception du BSC principalement élaborée au niveau de l'équipe dirigeante.

Dans un premier temps le responsable du projet BSC s'est réuni avec les trois actionnaires de l'entreprise, que nous nommerons comité de pilotage (CP), pour une formation sur le BSC et une présentation de la démarche proposée. La seconde rencontre a porté sur la clarification de la mission de l'organisation. La vision du CP de l'organisation est ensuite définie par les membres. Une rencontre de formation sur la définition des indicateurs a eu lieu pour l'ensemble des intervenants liés au projet. Lors de cinq rencontres subséquentes divers gestionnaires de niveaux intermédiaires se joignent au groupe pour aider le CP à définir les indicateurs de chacune des perspectives. Plusieurs sessions de remue méninges ont permis le développement d'une trentaine d'indicateurs développés de manière plus ou moins complète. Le CP a pris la décision dans un premier temps de ne pas définir les initiatives liées aux indicateurs. À partir des diverses expérimentations précédentes, certains indicateurs furent sélectionnés puis modifiés pour refléter l'aspect stratégique. Quatre furent retenus pour la perspective financière, trois pour la perspective client, huit furent conservés pour la perspective processus et finalement deux processus sur l'apprentissage furent développés. Un des motifs pour leur choix étant la disponibilité des données. Suite à cela des expérimentations individuelles ont eu lieu sur chacun de ces indicateurs. Cette approche a

permis de construire un consensus et une transmission de la stratégie à ces gestionnaires. À ce moment, les objectifs sont énoncés ainsi que les indicateurs et les cibles les supportant. Pour des raisons de confidentialité les indicateurs ne sont pas présentés ici. Ces indicateurs couvrent seulement le niveau supérieur de l'organisation.

Trois gestionnaires de niveau intermédiaire, soit le responsable des finances, le directeur des opérations et le directeur des ventes ont alors été mandatés pour réaliser les scorecards de leur unité administrative. Ceci a été fait avec la participation de leur équipe et avec notre aide. Les responsables ont développé chacun un scorecard à partir de celui de l'organisation. Notons que le directeur des finances a développé très rapidement et de manière autonome tout un ensemble d'indicateurs liés à la perspective financière et qu'il a imposé comme base pour tous les scorecards. Plusieurs sessions de travail ont eu lieu de manière à définir les divers indicateurs. Les résultats ont été étudiés dans une réunion. Les chercheurs se sont alors concentrés sur la détermination d'une approche permettant de lier les divers niveaux des scorecards.

Les scorecards personnels n'ont pas été développés, ni ceux de l'organisation dans le cadre de nos expérimentations. Les initiatives ont alors été définies impliquant à titre expérimental deux programmes de changements corporatifs. Le suivi des valeurs des indicateurs a été réalisé pendant une période de huit mois. L'ensemble des valeurs des indicateurs a été généré cinq fois durant cette période car le travail étant fait de manière manuelle ou minimalement automatisée, il fallait jusqu'à quarante heures de travail. Dû à cette charge de travail, les résultats des scorecards n'ont pas été exécutés après cette période.

Ces travaux ont permis de confirmer ou de déterminer les lacunes qui ont été présentées dans l'état de l'art. Certains modèles ont été étudiés pour faciliter la démarche. L'utilisation d'un modèle entité-relation permet de clarifier les objets impliqués dans la définition et la recherche des indicateurs tout en permettant un lien plus facile pour déterminer la détermination des lieux et éléments de cueillette dans les systèmes impliqués. Un formulaire standard inspiré de celui d'ISO15393 a été développé pour des aspects plus détaillés,

particulièrement au niveau de la collecte et de la gestion de l'apparence des indicateurs. Nous avons de plus décrit les phases, les étapes et les activités incluant celles de vérification du niveau d'avancement ainsi que les livrables associés. Les modèles développés ont été intégrés dans la méthodologie qui demeure en développement et en expérimentation mais ces travaux démontrent que son utilisation améliora la performance des équipes par le développement d'indicateurs mieux définis et plus ciblés sur la stratégie.

Le modèle du BSC apparaît donc descendant sur le plan de la communication des moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs. Il apparaît aussi comme descendant sur le plan de la définition des objectifs et des mesures qui y sont associés. On peut s'interroger sur cette présentation qui traduit une démarche normative, voire technocratique, de type top-down. Au regard de notre travail, il semble nécessaire au contraire, d'envisager une approche de type bottom-up, dans laquelle les objectifs stratégiques et la définition de critères et d'indicateurs de performance résultent d'une gestion participative. Il devient un processus collectif d'explicitation de la stratégie. On peut dès lors envisager une démarche de déploiement de la stratégie « enracinée » dans l'organisation, à partir de l'interaction entre les acteurs. C'est probablement ce type de démarche qui peut permettre de lever les résistances aux changements qui découlent d'une redéfinition des modalités de partage des ressources et des pouvoirs que suscite la mise en œuvre du BSC.

#### **4.7.2      Expérimentation du BSC de Softtool**

Dans ce groupe d'expérimentation sur la seconde entreprise nous nous sommes basés sur une approche de développement initialement bidirectionnelle qui deviendra multidimensionnelle. La première étape descendante suit l'approche classique proposée dans la première méthodologie. Durant ce temps une seconde étape consiste à former aux concepts de BSC et de mesure l'ensemble de l'organisation et ensuite à développer les scorecards individuels. Ces tâches ont été réalisées sous la supervision de l'équipe de recherche. L'intersection et les décisions surviennent lors de la mise en place des scorecards sur les unités organisationnelles qui ont en main les scorecards des unités inférieures et ceux des unités supérieures. Un

modèle, présenté dans le chapitre cinq, formalisant la définition des buts et des objectifs a été développé pour faciliter la recherche d'un compromis représentant un meilleur équilibre entre les scorecards et les perspectives. Dans ce contexte, il doit aussi être utilisé dans le contexte de la transformation de la vision en but et en objectif. La mise en place de cette approche donne dans le cadre des SIO de type PME de bien meilleurs résultats. De plus, l'utilisation d'un mécanisme bidirectionnel de gestion de la stratégie a aidé à réduire les stress causés par la gestion stratégique, fait particulièrement noté par le niveau de support et l'intérêt des employés. Notons que ce modèle est demeuré toujours en usage et en développement contrairement à l'autre organisation.

Les expérimentations précédentes ont montré que pour l'utilisation dans le contexte réel, son automatisation complète est essentielle dû à la charge importante de travail que représente la génération des indicateurs de manière périodique. De plus, l'accompagnement dans le développement, la maintenance et le support aux indicateurs est un aspect important à la survie du SGS car la centralisation des informations dans un référentiel ayant une structure commune assurera une meilleure communication et minimisera les pertes d'information.

Trois prototypes ont été développés dans ce contexte. Le premier prototype permettait l'affichage des scorecards. Il a été expérimenté comme mode de diffusion des résultats permettant à chacun d'avoir accès aux informations qui lui sont permises incluant l'affichage des divers indicateurs, des cibles et des bilans d'avancement des initiatives dans une approche synthèse. Le travail de la saisie des informations étant fait de manière manuelle, il fût abandonné rapidement. Un module de transfert des données de type ETL et une BD furent ensuite ajoutés pour faciliter la collecte mais la programmation des composantes nécessaires à chacun des indicateurs était encore trop demandante. Un environnement de communication et de collaboration a été mis en place dans ce prototype. Il comprend les outils de communication classiques (courriel, foire aux questions, messagerie électronique, gestion de réunion, etc.) mais il permet l'intégration des outils dans un chemin de suivi de communication. De plus, il conserve et donne accès aux historiques. Un module de gestion et de suivi des idées a aussi été expérimenté. Ce groupe d'outils assure une communication plus

facile entre les intervenants. Le second prototype a porté sur l'informatisation de la définition des indicateurs; dans cette approche le logiciel de SPI fût utilisé pour la définition des indicateurs, le logiciel de Cognos pour la diffusion et un ETL groupé cette fois à un entrepôt de données (ED). Plusieurs méta-modèles ont aussi été développés pour supporter la modélisation des indicateurs et le lien entre le système d'information et l'entrepôt de données. Finalement le dernier prototype a permis l'expérimentation de notre outil décrit dans le chapitre six.

#### **4.8 Expérimentation de l'entreprise intelligente (EI)**

Dans la présente section, nous présenterons les travaux correspondant à nos efforts d'expérimentation pour la mise en place de certains éléments d'une entreprise intelligente (EI) dans les processus de l'organisation de manière à réduire certains problèmes de rigidité de ces derniers. De plus, certains ajouts peuvent être considérés comme des programmes d'AC, particulièrement l'élément de la gestion du capital intellectuel (CI) qu'est la connaissance qui constitue la base de notre type d'organisation. Cette approche du CI devrait permettre d'assurer la pérennité de l'organisation. Nos présents travaux ont été divisés en trois grands groupes : l'expérimentation pour la gestion des connaissances (GC), la création d'un environnement de travail favorisant un comportement intelligent et diverses expérimentations sur les types d'intelligence.

##### **4.8.1 Expérimentation pour la gestion de la connaissance (GC)**

Nous exposons ici les résultats des travaux réalisés dans la mise en place de la gestion des connaissances (GC). Diverses données sur l'état de l'organisation ont été amassées avant le début du projet. Même si ces travaux ont une portée, dans leurs mises en place et leurs impacts, sur l'ensemble de l'organisation seul l'impact sur un projet a été pris en considération. De plus, les impacts de plusieurs activités liées à l'EI ont des valeurs intangibles et seront difficiles à évaluer. Le projet sélectionné a porté sur l'intégration d'une composante de requête conviviale à un ETL. Ce projet impliquait trois programmeurs, un

analyste et un chef de projet sur une période de quatre mois. Le projet d'expérimentation sur la connaissance avait débuté trois mois avant de mettre en place les éléments et de laisser le temps aux intervenants impliqués de s'approprier les nouvelles façons de faire ainsi que les connaissances de manière à s'assurer de pouvoir juger des impacts sur le projet.

Pour réaliser notre expérimentation le processus proposé dans la section 2.5.3 du chapitre 2 a été utilisé :

1. La première étape a consisté à obtenir le support de la direction dans le projet par l'obtention d'un budget spécial. Cet effort matérialise l'appui et le consentement de la direction dans ce projet et la reconnaissance que la GC est un élément essentiel, occupant une position centrale dans l'organisation;
2. La seconde étape a consisté à réaliser la cartographie de la connaissance organisationnelle.

Puis nous avons réalisé la planification de la stratégie de la connaissance. Finalement, un processus de gestion courante a été expérimenté, puis mis en place dans certains processus liés aux projets. Les prochaines sections présentent les processus mis en place.

Nous les avons divisés en trois groupes soit :

#### 1- Cartographie de la connaissance organisationnelle :

L'entreprise ne réalisant actuellement aucune activité de GC, nous avons décidé de réaliser une carte de la connaissance (figure 4.21) qui servira de base au développement de la connaissance organisationnelle. Le lecteur remarquera sur la figure que les domaines fonctionnels s'appuient sur les domaines du processus du CMMI et les domaines de connaissance du SWEBOK. Ce modèle a permis d'identifier la nature des forces et des faiblesses en termes de connaissance nécessaire et des BP.

## 2- Gestion stratégique de la connaissance :

Elle a été assurée par l'ajout dans le SGS (BSC) d'un ensemble d'indicateurs dans la perspective des processus et dans la perspective apprentissage et croissance dont nous avons augmenté la portée à l'innovation organisationnelle. Les objectifs, les indicateurs et les cibles liés à la connaissance ayant été définis, il reste à déterminer les initiatives à mettre en place. La première étape a consisté à définir et décrire les alternatives reliées aux initiatives potentielles liées à la connaissance en se basant sur la carte de la connaissance. La seconde étape consiste à réaliser une évaluation des bénéfices espérés par la mise en place des initiatives de GC pour prioriser, guider et superviser l'efficacité des efforts déployés. Finalement, une priorisation des initiatives basées sur les bénéfices nets attendus, les besoins et les capacités disponibles est accomplie. Cette approche permettra de coordonner les activités de GC et les fonctions dans l'ensemble de l'entreprise. Elle assurera aussi la supervision des pratiques de GC ce qui nécessitera de fournir des rétroactions sur les progrès et les performances des programmes. L'annexe X présente l'ensemble des indicateurs qui ont été intégrés pour assurer la prise en compte du concept d'EI dans la stratégie de la connaissance de l'organisation. Le lecteur notera particulièrement les indicateurs sur les domaines des processus d'innovation.

## 3- Processus courants de gestion de la connaissance mis en place :

Cette section présente les processus qui ont été intégrés dans la cartographie de l'organisation en se basant sur la proposition de la section 2.5.3 du chapitre deux. Un macro-processus appelé « Gestion de la connaissance organisationnelle » a été ajouté à l'ensemble de processus organisationnels. Le déploiement de ce processus a des ramifications dans l'ensemble des autres processus car plusieurs activités et tâches ont été ajoutées dans les divers processus déjà en place dans l'organisation. Étant donné l'ampleur des travaux à réaliser, une approche incrémentale a été retenue.

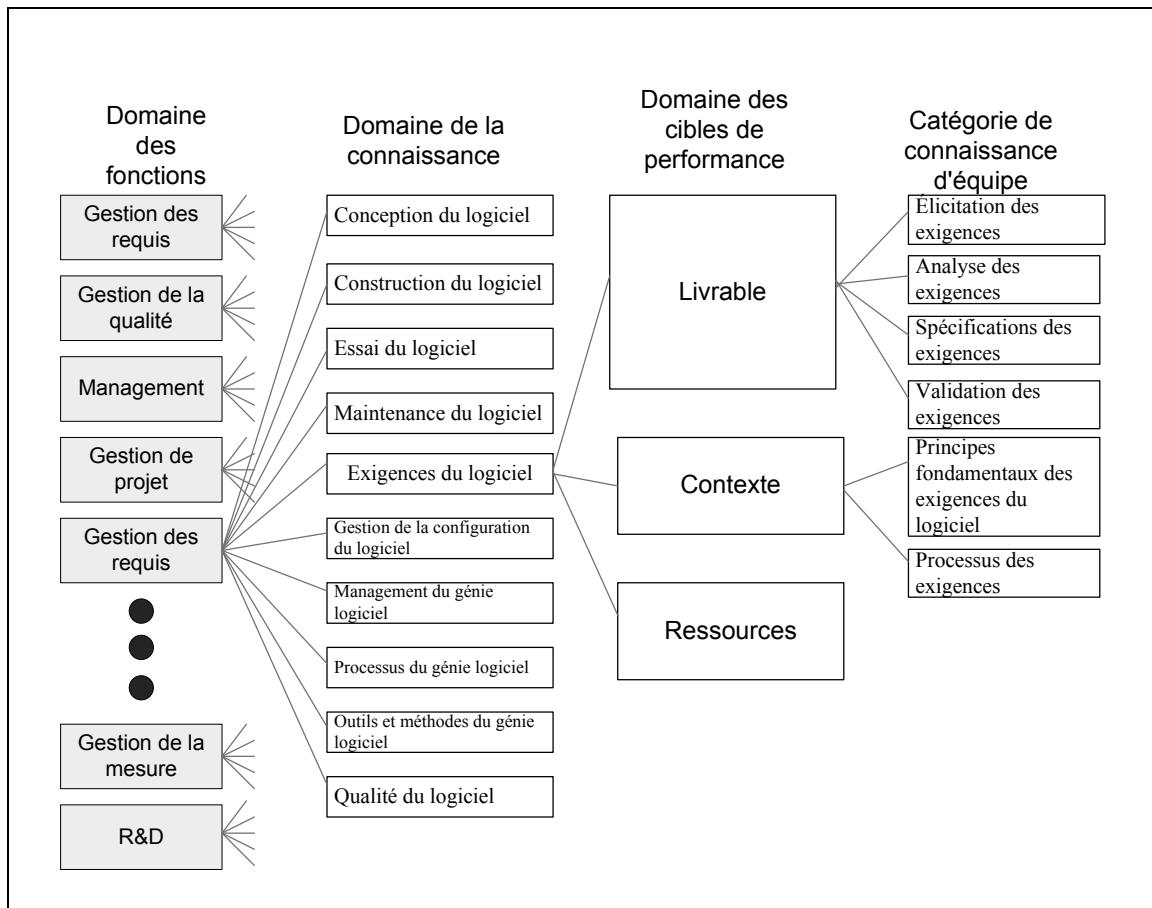


Figure 4.21 Carte de la connaissance

Dans les lignes qui suivent nous présentons les activités mises en place dans les processus de l’organisation suite à nos divers travaux. Les pratiques relatives à la GC doivent être intégrées dans chacun des processus de l’organisation selon la stratégie définie précédemment. Les activités mises en place sont :

- acquérir les connaissances clés dans l’organisation;
- déployer la connaissance en créant des programmes de transfert de la connaissance intégrée, ciblés sur les points d’utilisation;

- exploiter la connaissance comprend la transformation, la distribution et l'application des actifs de connaissances dans le but d'organiser et de transférer les connaissances des experts aux praticiens. Ils devront de plus reconfigurer, déployer et exploiter les connaissances au travers de l'utilisation effective de la meilleure connaissance dans le travail de tous les jours;
- établir et mettre à jour l'infrastructure de connaissance consiste à construire et maintenir les capacités génériques et spécifiques pour la GC partagée entre les activités et les fonctions.

Dans le cadre des travaux expérimentaux deux processus furent impliqués soit la gestion des requis et la gestion de la configuration. Les premiers travaux ont consisté à développer des modèles d'acquisition de connaissances utilisant un réseau sémantique et des commentaires textuels. Les outils logiciels se limitent à l'utilisation d'un diagrammeur et d'un traitement de texte. Le déploiement a eu lieu en utilisant l'intranet corporatif. Cette approche ne permet pas une distribution ciblée, ni une exploitation facile incluant la mise à jour. Cette approche a quand même permis de pérenniser l'usage de pratiques associées à ce processus. Les seconds travaux ont permis l'utilisation des prototypes d'outil de gestion des BP et de la cartographie. Ces résultats sont présentés au chapitre 6.

#### **4.8.2 Crée un environnement favorisant un comportement intelligent**

L'état de l'art a permis de définir ce qu'est un comportement intelligent pour une organisation. Pour atteindre ce comportement chacun des membres de l'organisation doit agir aussi de manière intelligente et pour intégrer les pratiques de gestion intelligente avec succès neuf points doivent être mis à l'agenda et poursuivis de manière simultanée. De plus le cadre a été élargi de la GC au paradigme de l'EI. Le reste de la section présente les approches retenues et les résultats les plus pertinents pour nos travaux.

L'environnement qui devra offrir un climat de confiance entre les intervenants inclut l'organisation comme un tout se basant sur des comportements éthiques et de respect mutuel. L'organisation devra permettre un support aux fonctions individuelles, aux rôles et mettre en évidence l'importance de la contribution de chacun des employés. Pour atteindre une partie de ce but une politique de gestion du personnel a été développée et mise en place définissant les attendus et les comportements espérés par chacun. Elle contient des éléments et des incitatifs à la création de l'environnement recherché. Une réorganisation des locaux a été faite, selon l'approche « 5S » (tableau-A I-9 de l'annexe I), incluant l'ajout d'espace pour le travail en équipe et un espace plus grand pour chacun, mieux séparé des autres et incluant un espace de rangement pour les documents. L'entreprise s'est dotée d'un environnement de travail collaboratif et d'un outil de communication ouverte. Pour arriver à ce but, elle devra aussi permettre des communications ouvertes dans l'organisation. Deux sondages consécutifs ont montré une amélioration importante sur le niveau de satisfaction des employés mais il a été impossible de déterminer si ces efforts ont eu un impact réel sur le niveau de productivité.

Un programme d'incitatifs basé sur les bénéfices par projet et une division complexe d'une partie de ces revenus a été mis en place pour motiver les employés à gérer les connaissances aussi bien au niveau de l'entreprise que du personnel, à collaborer et à agir intelligemment pour innover, capturer, construire et utiliser la connaissance. Ceci a nécessité des modifications dans la feuille de temps et de processus de gestion des projets et une modification du système comptable. Les impacts de ce programme sur le budget, le temps de réalisation ont été très importants dans le projet dans lequel ils ont été appliqués soit environ de l'ordre de dix pourcent. De manière à développer une vision large de la pratique de la GC, une série d'outils de modélisation de la connaissance fut intégrée dans les pratiques courantes de l'organisation. Cet ensemble est présenté dans le chapitre 6, ainsi que les processus associés. L'adaptation de la stratégie mise en place dans les expérimentations de la gestion de la stratégie a permis de centrer l'organisation vers des cibles comme proposées à la section précédente. Cette approche a permis la mise en place de méthodes d'évaluation des impacts et des bénéfices plus directs.

#### **4.8.3 Intelligence d'apprentissage**

L'apprentissage organisationnel s'appuie sur l'usage volontaire des processus d'apprentissage relatifs aux personnes, groupes et sous-systèmes. Une OA doit bénéficier de l'engagement de l'ensemble de ses membres envers l'apprentissage continu. La mise en place, dans la stratégie organisationnelle de la perspective d'apprentissage, d'indicateurs en assurera la prise en compte par la direction et permet d'en assurer le suivi. De plus la mise en place des processus niveau 3 du CMMI sur la formation organisationnelle et la mise en place de la politique de formation incluse dans la politique du personnel a permis d'appuyer les processus déjà mis en place. Pour appuyer cette approche un montant de cinq pourcent est automatiquement ajouté aux soumissions. Les travaux précédents sur la gestion des réseaux sémantiques de connaissance, la gestion des BP, le fonctionnement par groupe de projet et les outils de travail collectif aideront l'organisation à se doter des caractéristiques d'une OA telles que présentées dans la section VI.1.9 de l'annexe VI. Il a été impossible de juger de l'impact réel de ces expérimentations sur l'organisation. Les indicateurs mis en place pour juger ces derniers ont une portée nécessitant une période de temps beaucoup plus longue. Aucune relation de causalité n'a donc pu être déterminée.

#### **4.8.4 Intelligence collective (IC)**

L'intelligence collective (IC) peut être définie comme l'aptitude humaine à coopérer dans une perspective intellectuelle afin de créer, innover et inventer (Lévy, 1997). La formation des groupes intégrés de travail, abordée précédemment, a permis la mise en place de plusieurs aspects de l'IC. Des expérimentations sur l'intégration d'outils de communication et de collaboration ont permis de faciliter les relations en intégrant les outils dans une interface unique et en conservant un historique des échanges entre les divers intervenants du projet, créant ainsi un nouveau capital que nous appellerons capital de communication. De plus, des expérimentations ont eu lieu dans le cadre de la gestion des BP et de la cartographie des connaissances qui est bâtie dans une approche de groupe.

#### 4.8.5 Intelligence économique (IE)

La mise en place de l'intelligence économique (IE) a été réalisée lors du développement des processus d'affaires de l'organisation plus particulièrement dans la compréhension des marchés et des clients. Nous avons ensuite placé dans la stratégie de l'organisation plus particulièrement dans la perspective client, que l'on a renommée environnement, trois nouveaux indicateurs. Les indicateurs expérimentés nécessitent la mise en place de divers mécanismes de veille regroupés en trois domaines : la veille compétitive, la veille technologique et la veille de marché. Ces domaines couvrent aussi bien l'environnement interne qu'externe. Devant la charge de travail demandée par le traitement des données nécessaires à la réalisation de cette tâche, trois systèmes logiciels ont été développés et expérimentés dans l'organisation. Nous les présenterons dans le chapitre 6.



## CHAPITRE 5

### DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE INTÉGRATEUR

Ce chapitre présente les modèles développés pour répondre aux problèmes décelés dans nos travaux qui consistent notamment en des lacunes liées aux SGS, aux SMP et aux PAC. Ces modèles sont le résultat d'expérimentations et de recherches, dont certaines sont en cours. Lors de l'analyse de la problématique, nous avons décelé les problèmes indiqués dans le tableau 5.1.

Tableau 5.1 Les problèmes décélés lors de l'analyse de la situation

Nu	Problèmes
1	Le besoin de formalisation de l'expression des indicateurs.
2	La non-existence d'un mécanisme pour obtenir une valeur unique de la SIO.
3	L'inexistence d'un mécanisme de ventilation de la valeur unique à tous les niveaux et à chacune des ressources au travers de toutes les unités administratives formant la SIO.
4	L'incertitude d'atteindre un équilibre entre les perspectives dans le SGS.
5	L'inexistence d'une procédure assurant la définition concrète d'un rapport de causalité entre les perspectives du SGS.
6	L'inexistence d'un mécanisme de définition du SGS bidirectionnelle.

Le premier problème ayant déjà été abordé et conformément à la solution trouvée, nous utiliserons la norme ISO 15939 (ISO15939, 2007) pour exprimer tous les indicateurs présentés. Les autres problèmes seront abordés ci-après. Les gestionnaires qui définissent la vision et les buts de la SIO sont aussi ceux qui prennent des décisions stratégiques. Pour cela, ils doivent en avoir une vision à jour, évolutive et réaliste. Nous présentons ici un cadre de référence mettant en jeu une architecture, des langages et modèles visant à répondre aux problèmes cités. Nos recherches nous ont permis de découvrir que la vision et la mission de l'entreprise engendrent des buts et des objectifs auxquels seront associés des BI qui peuvent être intégrés dans un SGS. Comme nous l'avons vu lors de notre état de l'art sur les SGS, cette opportunité n'est pas abordée dans la pratique. L'utilisation d'un langage de

modélisation des buts et l'explicitation de ses liens avec un SGS apportent une amélioration à différents problèmes liés à l'équilibrage du système. Nous avons également développé un modèle intégrateur se basant sur le SGS et permettant d'associer une valeur unique à la SIO.

### 5.1 Architecture de la solution

Le cadre de référence (figure 5.1), proposé suite à nos travaux, est composé de quatre parties dont leur mise en relation permet d'assurer la gestion d'une SIO. Le SGS est la pièce maîtresse de cet échiquier, permettant le pilotage stratégique en organisant les différents BI stratégiques en fonction des perspectives. Le modèle intégrateur permet d'avoir une valeur unifiée de l'entreprise de façon à s'assurer de son évolution dans le temps ainsi que des performances de la stratégie déployée. Le modèle des buts (MB) permet une définition plus formelle de la vision exprimant ainsi la mission. Le réseau de TB permet le pilotage tactique et opérationnel de la SIO en fonction de la stratégie établie.

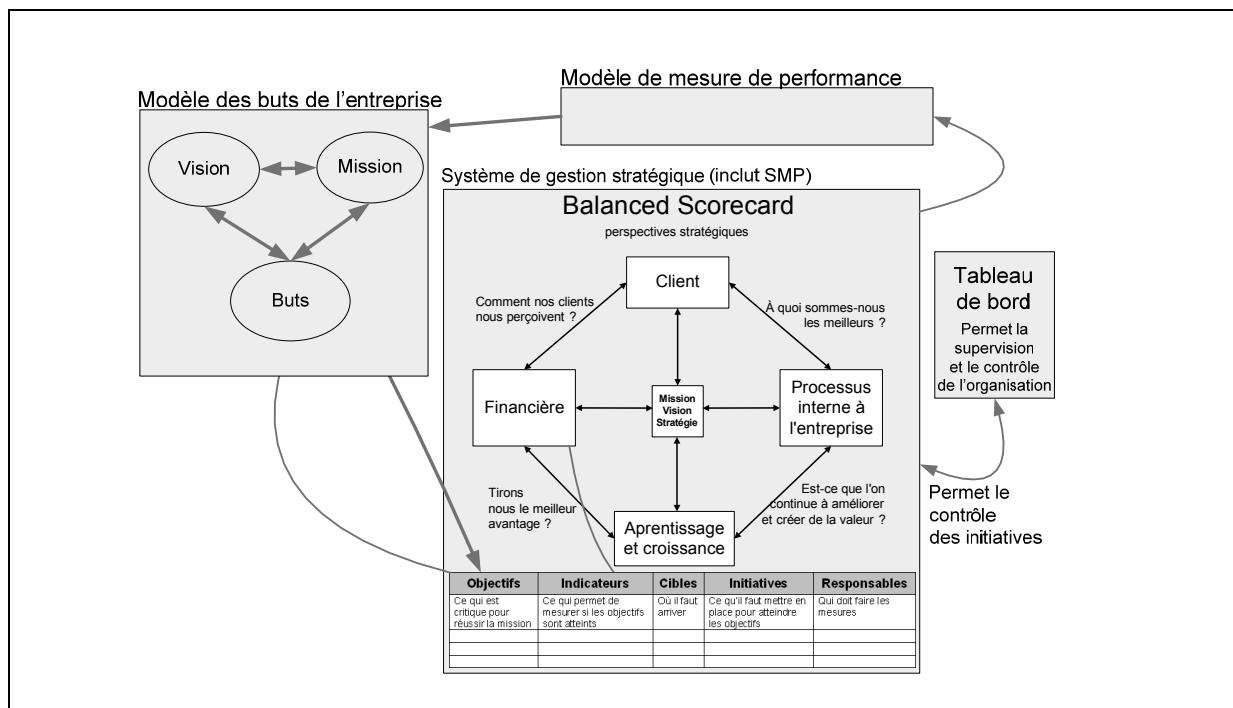


Figure 5.1 Architecture du cadre de référence pour la gestion de l'organisation

Le MB de l'entreprise va permettre de formaliser les intentions des gestionnaires en se basant sur la vision et la mission. Comme vu dans l'état de l'art, les gestionnaires ne disposent pas d'un moyen d'exprimer la direction que doit prendre leur entreprise, se basant souvent sur des approches informelles. Dans ce contexte, il apparaît évident qu'un MB est avantageux pour une communication plus précise des gestionnaires au sein de l'entreprise en renforçant la relation bidirectionnelle entre les différentes couches de la SIO. Cela permet de les guider dans la détermination des BI nécessaires pour évaluer l'atteinte de leurs buts. Les liens entre le MB et le SGS permettent de prendre des décisions stratégiques. Notre analyse de l'état de l'art nous a permis de découvrir que le SGS avait été créé dans ce but mais que plusieurs lacunes rendaient difficile la prise de décision. La norme ISO 15939 (ISO15939, 2007), dont nous respectons la définition des indicateurs, définit le concept de BI. Celui-ci est associé à un indicateur et il est donc présent dans le SGS. Nous présenterons plus en détails la mise en évidence des BI déduits du MB dans la partie relative à l'analyse des liens entre ce dernier et le SGS.

Nous avons créé le modèle intégrateur en vue de calculer une valeur unique sur base des valeurs des indicateurs des BI des différentes perspectives du SGS de l'entreprise. En se basant sur cette valeur, les gestionnaires peuvent avoir une vue globale de la situation et de l'évolution de l'entreprise. Dorénavant, un PAC pourra être mieux évalué en évitant les risques de déplacement de problème créant les optimisations locales. Si le problème est déplacé, la valeur globale du modèle intégrateur reflètera cette non-évolution.

Le TB est utilisé comme un outil de contrôle de l'organisation. Pour garder la cohérence de l'ensemble du cadre, nous utilisons les indicateurs, des fonctions de mesure et des méthodes de mesure définis dans le SGS. De cette manière, nous sommes certains que tous les modèles partagent une base commune. En effet, les entités et les attributs de base peuvent être réutilisés. Il est très important de noter que nous ne redéfinirons pas de nouveaux indicateurs mais que nous utiliserons ceux du SGS ou alors une partie de ceux-ci.

## 5.2 Modèle des buts de l'entreprise

Les langages de modélisation ou orientés des buts (LOB) permettent de répondre aux questions « Pourquoi? », « Comment? » et « Comment autrement? » (Yu et Liu, 2001). L'analyse orientée buts met l'emphase sur la description et l'évaluation des alternatives et des relations avec les objectifs organisationnels. Les buts sont présents dans différents domaines comme l'analyse des exigences (Mylopoulos, Chung et Yu, 1999), la stratégie d'une entreprise (Yu, 1998), etc. Il est reconnu que la structuration des buts selon une hiérarchie moyens-fins aide à comprendre l'entreprise (March et Simon, 1958). Les modèles sont nécessaires pour aider à reconnaître les opportunités, les vulnérabilités, explorer les alternatives, évaluer leurs implications, réaliser des compromis et cibler des problèmes stratégiques significatifs (Yu, 1998). La compréhension des « pourquoi » peut être supportée par les modèles qui manipulent et qui représentent explicitement les buts (Yu, 1998). Les LOB sont utilisés pour la modélisation des exigences fonctionnelles ou non (Chung *et al.*, 2000; Yu et Mylopoulos, 1998). Ils apportent une méthode systématique pour dériver des besoins en se basant sur les buts; leurs raffinement apportant une structure compréhensible pour le document de spécifications, des buts alternatifs peuvent être proposés et analysés (Lamsweerde, 2000). Le modèle MB d'une SIO est créé et influencé par ces gestionnaires qui sont conscients de sa mission et de sa vision.

### 5.2.1 Langages de modélisation des buts étudiés

Lors de nos recherches, nous avons passé en revue plusieurs langages de modélisation des buts. Nous les présentons ci-dessous.

« *i\** » : Ce cadre de référence a été créé dans le but d'améliorer la phase d'analyse des besoins (Yu, 1995). Il est constitué d'un langage permettant de créer deux types de modèles à des niveaux d'abstraction différents pour modéliser les acteurs et leurs buts. La figure 5.2 présente le méta-modèle du langage utilisé par le cadre de référence « *i\** » groupant tous les concepts qui peuvent intervenir dans les deux types de modèle.

Le premier type de modèle le « Strategic Dependency model » (SD), est un graphe correspondant au plus haut niveau d'abstraction dit intentionnel dont les noeuds représentent des acteurs (humains, unités, des logiciels) et leurs dépendances, sans aucun détail interne. Les arcs entre les noeuds montrent les dépendances entre acteurs pour un « intentional element » qui est soit un « goal », un « softgoal », une tâche ou une ressource. Il y a donc différents types de dépendance utilisés pour indiquer la nature de la liberté et du contrôle dans la relation entre les acteurs en fonction de la dépendance (Yu, 1998). Il est possible d'associer un niveau de dépendance de chaque côté de celle-ci grâce aux niveaux « open » (« uncommitted »), « committed » ou « critical » (Yu, 1995).

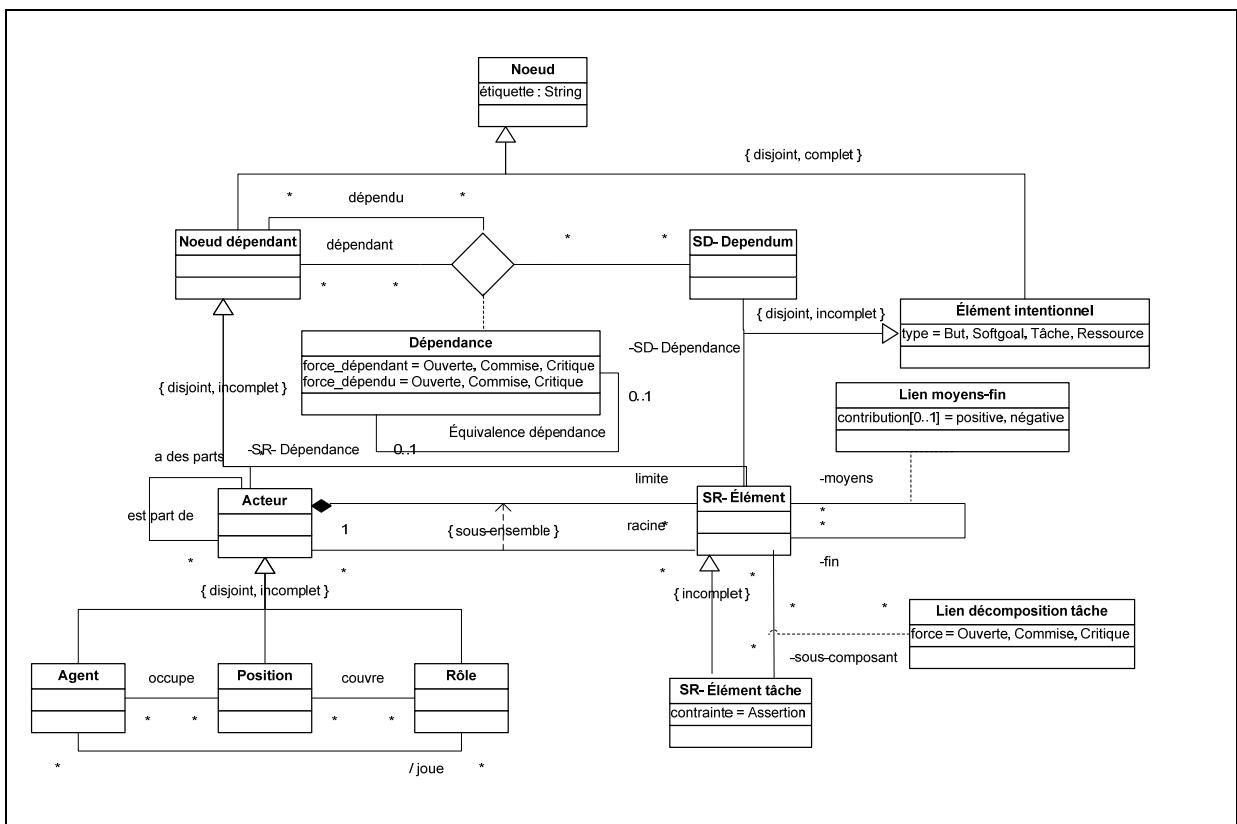


Figure 5.2 Méta-modèle du langage utilisé par le cadre de référence « i\* »  
Adaptée d'Ayala *et al.* (2006)

Nous allons détailler les concepts les plus importants. Le « goal » est un but dont on peut juger objectivement de son atteinte ou pas. L'acteur qui doit répondre à la dépendance décide lui-même de la façon de réaliser ce but. Le « softgoal » est également un but, mais seul l'acteur peut juger du fait qu'il est atteint ou pas. Le critère de succès n'est pas précisément défini. Le jugement de la réussite est subjectif. Comme pour le « goal », l'acteur qui doit répondre à la dépendance décide lui-même de la façon de réaliser ce but. La « task » est une tâche qui doit être réalisée. La façon de la réaliser est connue et peut nécessiter des sous-activités. La « resource » est une entité pour laquelle un acteur dépend d'un autre acteur pour l'obtenir.

Le deuxième type de modèle est le « Strategic Rationale model » (SR) qui est le niveau d'abstraction rationnel le plus détaillé en raffinant le SD dans la mesure où il partage certains concepts et détaille les buts intérieurs d'un acteur. Le SR est un graphe dont les noeuds sont des « goals », des « tasks », des « resources » et des « softgoals ». Les arcs entre les noeuds peuvent être de divers types : « Means-end links », « Task-decomposition links ». De plus, il existe des liens de contribution de diverses intensités (« make », « break », « help », « hurt », « positive », « negative », « unknown », « equal ») entre les « softgoals » qui affectent des buts (positif ou négatif). Lorsqu'un but est réalisé, la contribution qui part de lui s'applique et la répercussion et la propagation permet d'évaluer si les buts nuisent ou profitent à d'autres.

« The Goal-Oriented Requirement Language » (GRL) est de la même famille que le « *i\** » et est basé sur le cadre de référence « Non-Functional Requirements Framework » (Chung *et al.*, 1999) qui permet de spécifier les besoins non-fonctionnels. La principale différence réside dans le fait que ce dernier offre des constructeurs permettant de créer des liens avec des éléments extérieurs (non-intentional elements and connection attributes).

Tropos n'est pas un langage mais un projet qui fait l'utilisation d'une version dérivée de « *i\** », dont l'objectif est de définir une méthode de développement logiciel constituée de toutes les étapes courantes d'un cycle de vie basé sur ce langage de modélisation (Bresciani *et*

*al.*, 2004; Sannicoló, Perini et Giunchiglia, 2002). Au vu du langage de modélisation utilisé, certains des livrables ont une forte orientation buts et agents.

Knowledge Acquisition in autOmated Specification (KAOS) est une méthodologie ayant pour objectif de mettre en évidence, spécifier et analyser les buts, les besoins, les scénarios et les assignations de responsabilités dans le contexte de l'analyse des besoins (Letier, 2001). Le langage utilisé contient un grand nombre de concepts partagés par les LOB (buts, besoins, agents, etc.). Il définit quatre types de modèles : but, agent, opération et objet. Un MB spécifie les buts qui sont les objectifs que doivent atteindre les intervenants du système qui peuvent être raffinés en sous-buts et/ou besoins. Ce raffinement est de type AND (tous les sous-buts doivent être atteints pour que le but supérieur soit atteint) ou de type OR (chaque sous-but représente une alternative pour atteindre le but supérieur) (Brown *et al.*, 2006). Ensuite, les sous-buts sont assignés à des besoins, qui sont assignés à des responsabilités d'agents et ces derniers à des opérations. Contrairement à « *i\** », le concept de besoin n'est pas semblable à une dépendance. Dans le cas de KAOS, il s'agit d'un but sous la responsabilité d'un composant automatisé (Brown *et al.*, 2006).

## 5.2.2 Choix d'un langage de modélisation des buts

Nos recherches nous ont mené au choix du langage « *i\** » en vue de représenter les buts de l'entreprise malgré qu'il dispose d'un nombre moins élevé de concepts que GRL. De cette manière, il est possible d'introduire de nouveaux concepts dans des raisonnements futurs. Nous avons décidé de garder des bases les plus simples possibles pour débuter nos travaux. Le SD model de « *i\** » permet d'analyser le niveau d'engagement dans une dépendance (Yu, 1998) ce qui peut se révéler utile lors de la prise de décisions stratégiques.

Le premier avantage de « *i\** » est qu'il met en évidence les acteurs qui interviennent dans les buts. Il est important de réaliser qui participe à la vie de la SIO et dans quelle mesure, qu'il s'agisse des employés ou des concurrents. Le second avantage est la possibilité de générer plusieurs modèles du même domaine avec des niveaux d'abstraction différents, de granularité

différents et non de vues différentes du même objet d'étude. Plus le niveau de détails du modèle sera fin, plus nous aurons un nombre important d'acteurs dans le modèle. Cela peut nous être utile pour faire des liens entre les indicateurs ventilés et les buts des différentes couches de l'entreprise. Le troisième avantage est le fait que « *i\** » prévoit la possibilité de trouver des alternatives à la réalisation d'un but ce qui est un avantage pour la décision stratégique car les décideurs définissent toujours plusieurs scénarios possibles. Le quatrième avantage est la présence du concept de « soft-goal » qui introduit un niveau de détail plus important. Par exemple si un but n'est pas atteint, on peut conclure alors que l'entreprise a échoué. La variable « atteinte » d'un but est donc booléenne. Par contre, un « soft-goal » « bonne image de marque » positivement atteint permettrait de rendre une réussite plus éclatante que s'il était atteint négativement. La présence du concept de corrélation entre les concepts de « goal » et de « soft-goal » est un avantage car ce concept permet de réaliser quels sont les « soft-goals » qui ne sont pas atteints, ainsi que les meilleures alternatives possibles. Le cinquième avantage est que « *i\** » est l'un des premiers dans son genre et qu'il existe une communauté scientifique active qui le pousse (Ayala *et al.*, 2006).

Parmi l'ensemble des recherches relatives à « *i\** », il est intéressant de noter qu'il y a déjà eu des réflexions sur les liens existant entre le domaine des architectures d'entreprise et celui de la modélisation des intentions (Yu, Strohmaier et Deng, 2006). « *i\** » se trouve donc au centre de différentes vues de l'entreprise et plus il y aura de recherches utilisant ce langage, plus la richesse des liens entre modèles pourra se révéler utile par la suite. Il n'est pas question d'utiliser « *i\** » dans l'optique de l'ontologie de Bunge-Wand-Weber (Rosemann et Green, 2002). Par contre, nous comparerons le langage « *i\** » au langage symbolique qui permet de structurer les pensées sous forme de buts. Des recherches concernant l'utilisation de « *i\** » en rapport à la modélisation stratégique ont déjà eu lieu concluant que la modélisation des relations stratégiques et intentionnelles parmi les acteurs organisationnels offre une façon de comprendre et d'analyser des problèmes organisationnels complexes (Yu, 1998). Le cadre de référence « *i\** » apporte un ensemble de concepts qui complètent les méthodes organisationnelles actuelles (Yu, 1998). Le dernier avantage vient de la représentation graphique claire associée aux concepts du langage permettant la facilité et la

vitesse de compréhension des modèles « *i\** » par les non experts. Il s'agit d'un avantage dans la mesure où les modèles « *i\** » sont principalement destinés aux décideurs d'entreprise.

Malgré que « *i\** » complète les méthodes d'entreprise actuelles et offre de nombreux avantages, on rencontre certains problèmes spécialement sur la précision de la méthode utilisée pour évaluer l'atteinte des « soft-goals » et le jugement des effets positifs ou négatifs d'un concept de « *i\** » sur un autre est subjectif. D'abord les termes utilisés sont à l'appréciation de la personne qui en juge. Dans le cas d'un soft-goal, il n'est pas facile d'évaluer la réussite ou l'échec, contrairement aux buts ce qui se fait lorsqu'il y a assez d'évidences positives et peu d'évidences négatives; il est non satisfaisable quand il n'y a pas suffisamment d'évidences positives et d'évidences négatives (Yu, Strohmaier et Deng, 2006). Le problème n'est pas le fait qu'il soit le résultat d'un jugement humain mais plutôt que le processus de décision est complexe et nécessite une bonne compréhension des événements qui se sont produits récemment dans la SIO. On a donc besoin de modèles pour s'aider (Chomsky, 1956) (Chomsky, 1962). Le langage « *i\** » ne fournit pas de cadre de référence pour faciliter le choix d'un des différents niveaux d'intensité des liens de contribution entre ses concepts. La mesure, au travers des indicateurs du SGS, va aider à juger de la corrélation entre les « soft-goals ».

### 5.2.3 Analyse de la proposition

Nous avons constaté que l'utilisation d'un MB apporte un grand bénéfice dans la gestion des organisations car les objectifs sont alors plus clairs et mieux partagés entraînant un plus grand équilibre dans la gestion stratégique. La définition des BI et des MB permet de lier les buts aux indicateurs du SGS améliorant aussi l'équilibre. En effet, comme la vision et la mission définissent des buts qui sont ensuite traduits en BI puis en indicateurs, nous sommes assurés que ceux présents dans le SGS constituent l'ensemble minimum nécessaire à la gestion stratégique de l'entreprise. Le MB est également un bon moyen de communication entre les différents niveaux de l'entreprise. Grâce à celui-ci, le problème de la non-existence d'un mécanisme de définition du SGS bidirectionnel est en partie résolu. Les buts de

l'ensemble des employés peuvent être pris en compte. De ce fait, nous arrivons à une situation où les BI, matérialisés par des indicateurs dans le SGS, prennent en compte tous les niveaux de l'entreprise. Malgré tout, nous faisons face à un problème d'ordre humain, car le choix d'intégrer la totalité de buts est une décision des gestionnaires. L'utilisation d'un MB facilite la prise de décision car l'utilisation d'un modèle cohérent permet d'éviter d'effectuer à nouveau tous les processus cognitifs nécessaires à la compréhension de l'entreprise. La nature exacte des liens entre le modèle des buts de l'organisation et le SGS est analysée plus en détails après avoir présenté ce dernier système.

### 5.3 Système de gestion stratégique

Nos travaux antérieurs ont permis de déterminer que le BSC (Kaplan et Norton, 1996) présentait plus de potentiel comme modèle pour réaliser un SGS. Les indicateurs qui composent ces PI donnent une vision de l'entreprise à un moment donné. Le MB permettant de mieux définir la stratégie, il est logique de tenter d'effectuer des recherches sur les liens qui existent entre ceux-ci. Les résultats sont présentés dans la section suivante. Nous exposons ensuite nos recherches sur la ventilation du BSC entre les différentes perspectives.

#### 5.3.1 Liens entre le modèle de buts et le système de gestion stratégique

Le SGS est composé d'indicateurs dont l'exécution doit permettre de répondre à un BI qui peut être mis en évidence par la réalisation d'un MB rendant possible la création d'un lien entre ces deux modèles. Pour réaliser ce lien nous avons étudié les concepts de « *i\** » en vue de choisir ceux qui nous permettraient de déterminer des BI en utilisant le méta-modèle simplifié pour les SR-Models (Yu, Strohmaier et Deng, 2006). La figure 5.3 montre les principaux concepts qui sont : « Goal », « Soft-Goal », « Task », « Resource » et « Evaluation Label ». Les concepts du méta-modèle SD-Models sont également présents dans le SR-Models : nous nous sommes donc limités à ces concepts. Ils concernent simplement plusieurs acteurs et possèdent les mêmes types de liens. Le concept « Evaluation Label » est lié à chacun des concepts du méta-modèle et pris en compte implicitement à

chaque fois que nous avons évalué les autres concept, mais il ne permet pas de déduire un BI. Ses liens avec le SGS sont présentés à la fin de la section. Nous considérons l'ensemble des buts de tous les acteurs comme faisant partie de l'acteur global entrepris.

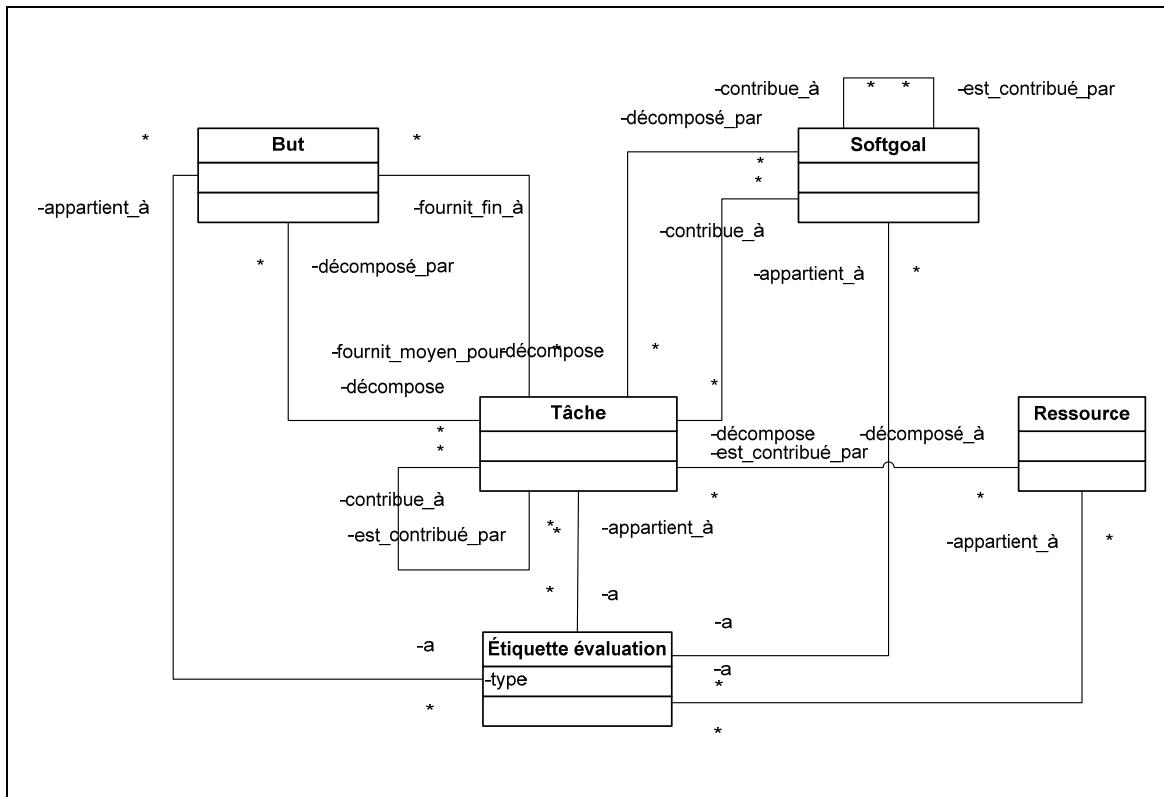


Figure 5.3 Sous ensemble du méta-modèle du langage « *i\** »

Les concepts de « goal » et de « soft-goal » sont ceux dans lesquels nous avons vu un grand potentiel. Nous avons écarté le concept de « task » même s'il permet d'informer de la réalisation ou non de la tâche et d'en déduire des BI, car ce sont des actions spécifiques regroupées en initiative qui doivent être faites pour réaliser les buts. Nous avons jugé lors de nos expériences que la création d'indicateurs liés à ces BI surchargeait en indicateurs le SGS. Le concept de « ressource » entre dans la même catégorie, excepté qu'il ne génère pas de BI.

Le concept de « goal » est un candidat idéal dans la génération de BI car le critère lié à l'indicateur n'est pas très complexe. En effet, le fait que l'on doive juger de sa réalisation nécessite d'obtenir de l'information. De plus, ce concept est réalisé ou pas, il est donc binaire comme pour les tâches. Ces indicateurs sont utiles, mais plus à des fins de contrôle. Nos recherches nous ont montré que l'ensemble de ce type d'indicateurs est inclus dans le TB mais souvent partagé avec le SGS. Le concept de « soft-goal » a aussi été retenu car il est du même type que le précédent et génère des BI. La différence est que le jugement de la réalisation est subjectif, ce qui rend la tâche d'évaluation de sa réalisation plus complexe. En effet, le critère associé à l'indicateur qui répond à son BI doit être bien calibré pour pouvoir évaluer son niveau de réalisation et, donc par implication, son impact sur les autres « goals » et « soft-goals » par les liens de contributions duquel il est l'origine. Les « goals » et les « soft-goals » peuvent être décomposés en « sous goals » et sous « soft-goals ».

L'ensemble de ceux-ci donne naissance à des BI. Un BI global est donc décomposé en d'autres BI. Nous avons constaté que l'avantage de cette décomposition est une plus grande facilité pour la création d'indicateurs qui sont basés sur des mesures de base et des mesures dérivées. La création du modèle d'analyse de l'indicateur s'inspire sur les sous-indicateurs relatifs aux sous-BI. Cependant, cela engendre un nombre important d'indicateurs. Les gestionnaires doivent choisir à ce moment quel niveau de détail ils souhaitent avoir; il leur faut donc prioriser les « goals » et « soft-goals » de leur MB. Le tableau 5.2 présente la procédure adoptée pour effectuer le lien entre le MB et le SGS.

Tableau 5.2 Procédure de liaison du modèle de buts (MB) et du SGS

Nu	Activité
1	Réalisation du MB.
2	Sélections des « goals » et des « soft-goals » nécessitant un BI.
3	Élicitation des BI des instances de concepts sélectionnés à l'étape précédente.
4	Création des liens entre les BI sur base des liens entre les instances de concept qu'ils représentent.
5	Création des indicateurs pour chaque BI en faisant attention à leurs liens.
6	Classement des indicateurs dans les différentes perspectives du SGS.

Pour ce qui est du concept de « Evaluation Label », il permet d'associer un niveau de réalisation au concept auquel il est lié. Nous l'avons utilisé pour effectuer un lien entre les cibles des indicateurs du SGS avec les « goals », et les « soft-goals ». Cependant, notre plus grand problème dans cette association se trouve au niveau de l'évaluation de la réalisation d'un « soft-goal » vu sa subjectivité. Nous proposons d'associer un niveau d'intensité de la réalisation en fonction de la valeur de l'écart à la cible de l'indicateur. Une difficulté demeure car l'analyse de chaque indicateur doit se faire individuellement.

### 5.3.2 Une valeur globale et sa ventilation

Le SGS a pour objectif de permettre le pilotage stratégique de la SIO et est fortement lié à sa mission et à sa vision. Les buts mis en place pour atteindre cette vision génèrent des IAC qui doivent donc faire l'objet d'indicateurs qui se retrouveront dans le SGS. Jusqu'à présent, nous avons réalisé qu'il n'était pas possible d'obtenir une unique valeur pour évaluer l'impact de la stratégie dans son ensemble. Cela a pour objectif d'éviter les optimisations locales, que les IAC pourraient apporter en déplaçant les problèmes dans d'autres domaines de l'entreprise. Nous voulons évaluer ce que la mise en place de la stratégie rapporte à la SIO, donc de l'impact des IAC représentées par des indicateurs qui est intuitivement la somme de valeurs. Il est important de préciser que des IAC peuvent viser plusieurs buts du MB. Dans ce contexte, une IAC peut avoir un impact sur plusieurs indicateurs. Nous avons remarqué que sans une valeur globale, les décideurs risquent de ne se concentrer que sur quelques indicateurs. De cette façon, seul un aspect de la stratégie est mesuré. En prenant en compte tous les indicateurs du SGS au niveau du lien entre les buts et les indicateurs tel qu'élaboré par notre méthode, l'ensemble de la stratégie est prise en compte apportant ainsi un équilibre supplémentaire. Certains indicateurs pourraient ne pas avoir d'IAC associés, ils auront alors comme objectif d'assurer le suivi des performances de la stratégie de la SIO.

La valeur globale du système stratégique nécessite un calcul prenant en compte tous les indicateurs. Nos recherches ne nous ont pas permis de trouver une méthode permettant un tel calcul. Nous avons donc effectué une réflexion en plusieurs étapes présentées graphiquement

dans la figure 5.4 où nous avons introduit une relaxation d'une contrainte que nous justifions par la suite ayant pour but de rendre le problème plus facile à résoudre.

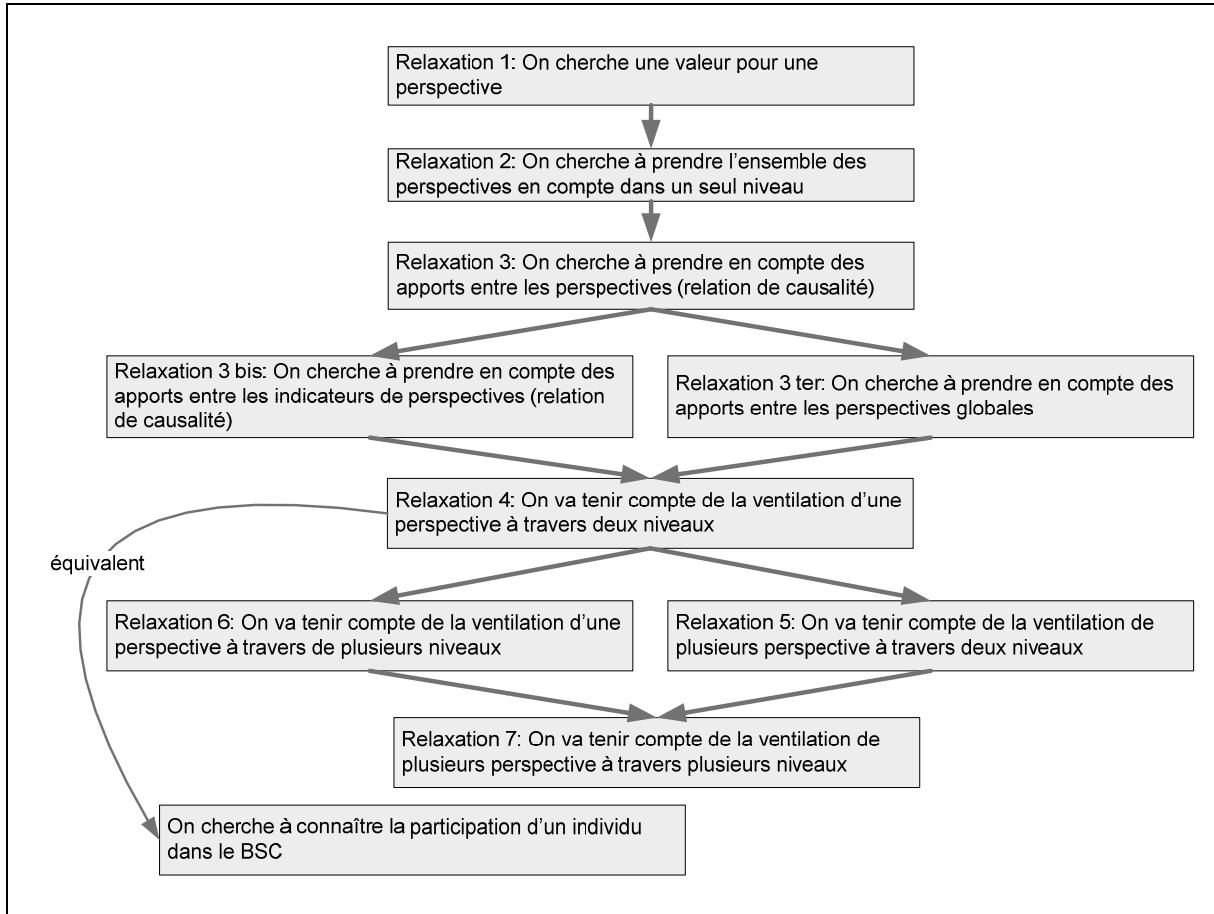


Figure 5.4 Schéma d'explications de la réflexion en rapport au calcul de la valeur globale

En plus du calcul d'une valeur globale, nous avons réfléchi dès le départ à effectuer une ventilation de cette valeur. C'est pour cela que nous avons mentionné le concept de niveau dans la figure 5.4. Nous avons identifié trois structures potentiellement à base de niveaux par rapport auxquelles la ventilation peut s'effectuer. Il s'agit de la structure hiérarchique d'autorité, la structure de processus et la structure de flux de travail. Nous avons principalement axé notre recherche sur la structure hiérarchique. Dans ce cas, la ventilation

consiste à associer une partie de la valeur globale à chaque individu, groupe ou unité organisationnelle quelque soit le type de structure retenu. Il est alors possible de réaliser quels sont les acteurs qui ont un rôle important dans l'atteinte de la stratégie.

### **Relaxation 1 : une valeur pour une perspective**

Pour obtenir une valeur pour une seule perspective, nous avons décidé d'exprimer les indicateurs selon la norme ISO 15939 (ISO15939, 2007), ce qui nous permet d'exploiter le format d'expression des indicateurs pour créer un nouvel indicateur combinant les fonctions de mesures des autres. Comme les fonctions de mesures sont les briques de base, nous jugeons qu'un indicateur composé de l'ensemble des fonctions des indicateurs d'une perspective est une solution en vue d'obtenir une valeur unique (figure 5.5). Le premier problème est que l'indicateur créé est variable. Deux personnes pourraient très bien créer des indicateurs, d'une même perspective, sans que les fonctions de mesures soient composées de la même manière risquant de conduire à des valeurs différentes. Le deuxième problème est que malgré que cette solution soit conceptuellement simple, reconstruire un indicateur à partir des autres n'est pas très efficace, qui plus est saurait difficilement généralisable, car il est ardu pour une personne devant générer l'indicateur global de prendre en compte un tel nombre de fonctions lorsqu'il y a beaucoup d'indicateurs dans une perspective. Le résultat de l'indicateur global demandera une analyse fine de la part des gestionnaires.

Suite à la constatation de ces problèmes, nous avons recherché une approche plus directe nécessitant moins de générations d'indicateurs. L'idée est donc de tenter d'utiliser les informations dont nous disposons déjà dans les indicateurs de la perspective. Comme nous souhaitons évaluer la stratégie et donc les IAC, nous nous sommes dits que l'atteinte de la cible fixée à un indicateur était un bon témoin de la réussite ou pas des objectifs que nous nous étions fixés. Si l'IAC est bénéfique, notre probabilité que la valeur d'un indicateur d'une perspective se rapproche de sa cible est plus grande. Cela ne s'applique pas à tous les indicateurs : certains peuvent être touchés négativement plutôt que positivement, voire pas touchés du tout.

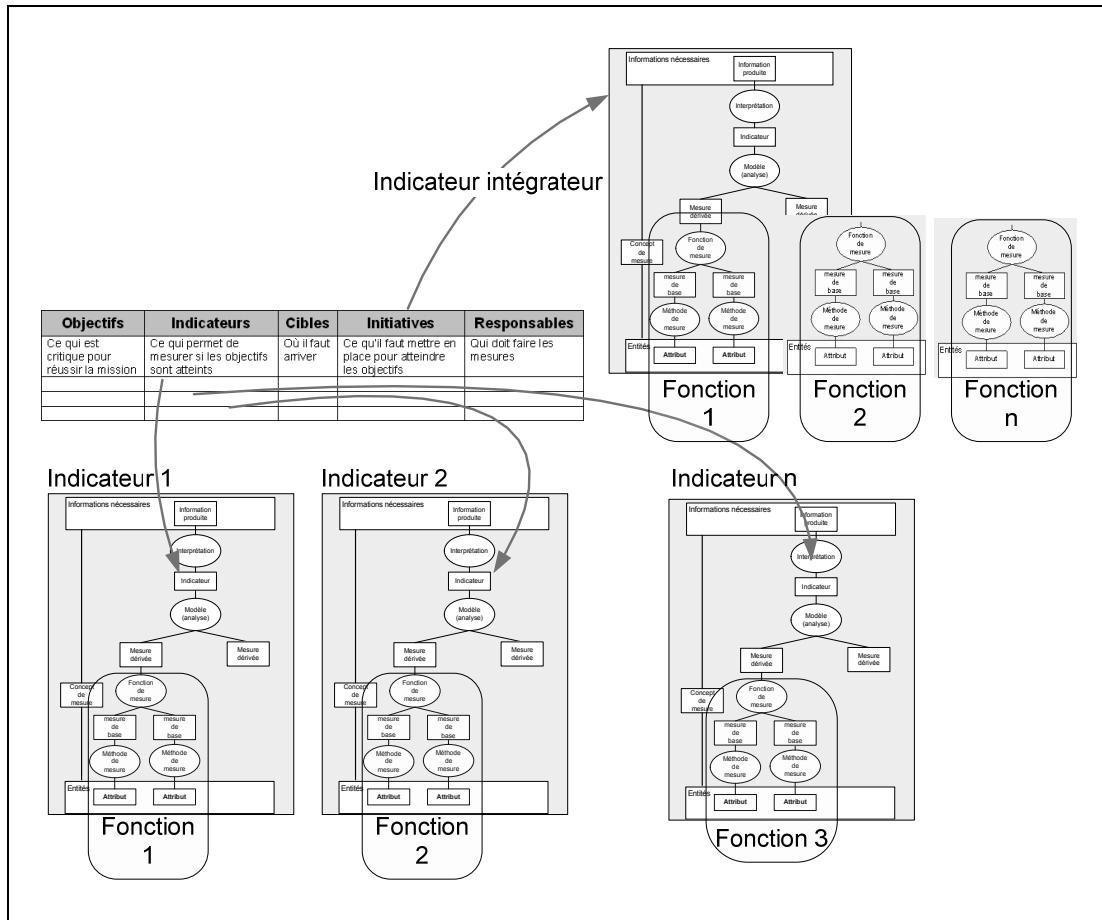


Figure 5.5 Création d'un indicateur global de perspective

Dans notre deuxième approche (figure 5.6), nous avons choisi d'effectuer un calcul basé sur la différence entre la cible et la valeur de l'indicateur dans cet ordre précis. Si un indicateur est réalisé (cible = valeur de l'indicateur) ou dépasse toutes les attentes (cible < valeur de l'indicateur), la fonction renverra une valeur égale à zéro. Lorsque l'indicateur est considéré comme n'ayant pas du tout atteint sa cible, alors la fonction renverra « 1 ». Comme une perspective est composée de plusieurs indicateurs et que chacun peut avoir une importance différente, nous avons associé à chacun de ceux-ci un poids. Ce poids est compris dans l'intervalle  $[0,1]$ . La somme des poids des indicateurs d'une perspective équivaut à un. Ces poids vont multiplier les valeurs résultantes de la fonction de calcul précédente. Nous

additionnerons ensuite le résultat obtenu pour chaque indicateur. De cette manière, nous obtenons la valeur unique de la perspective.

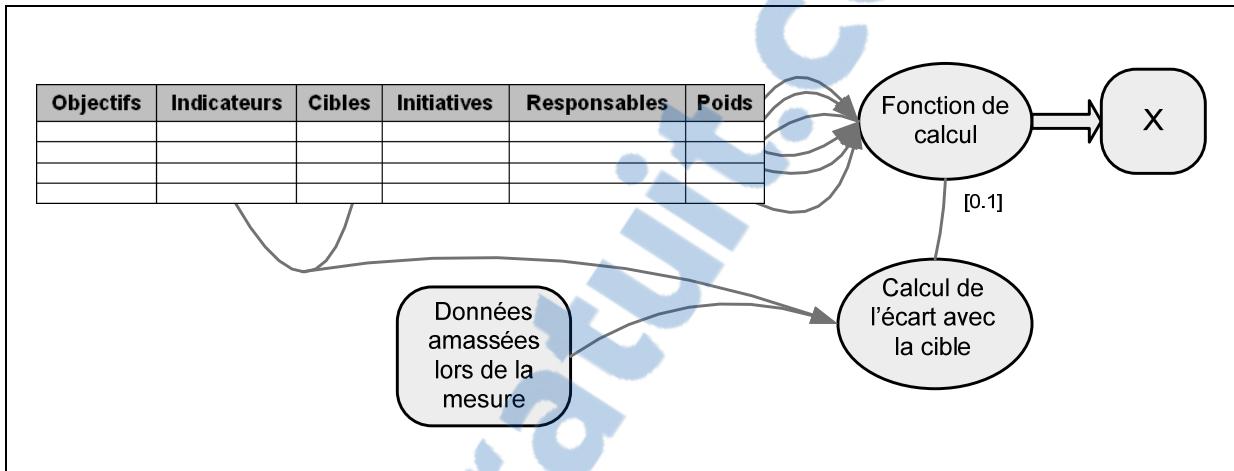


Figure 5.6 Création d'un indicateur global de perspective sur base de la réalisation d'un indicateur

Cette approche a l'avantage d'être généralisable à diverses entreprises. Il y a cependant une exception : la fonction de calcul de l'écart entre la cible et la valeur de l'indicateur. Elle doit être reprogrammée pour chaque indicateur de la perspective. De plus, elle doit tenir compte du nombre de dimensions présentes dans le SGS. Notons que plus la valeur unique de la perspective se rapproche de 0, plus la stratégie est bénéfique sur la perspective. Dans le but d'obtenir une valeur unique à un scorecard, puis à un niveau, puis au SGS, un raisonnement similaire est effectué au niveau supérieur. Un poids est associé à chaque perspective. Celui-ci est multiplié à la valeur unique de la perspective. L'ensemble de ces valeurs est ensuite additionné de manière à obtenir la valeur unique. Jusqu'à présent, nous avons eu à faire avec des indicateurs linéaires, mais rien ne dit que nous ne pourrons jamais rencontrer des indicateurs non-linéaires. Cela ne pose pas de problèmes car, dans tous les cas, il s'agit d'une mesure de distance. Les différentes techniques pour effectuer ce type de mesure sont nombreuses et pourraient faire l'objet de recherches supplémentaires dans le futur.

### 5.3.3 Ventilation de la valeur globale

Maintenant que nous sommes en possession d'une valeur unique pour le SGS, nous présentons la suite de notre raisonnement qui est lié à la ventilation de la valeur précédente.

#### **Relaxation 2 : prise en compte de toutes les perspectives d'un seul niveau**

Le but de cette relaxation est d'affecter une partie de la valeur unique à un seul niveau de la structure (groupe, individu) avec laquelle nous tentons d'effectuer la ventilation. De cette manière, il sera possible d'évaluer la participation du niveau à la valeur unique de l'entreprise. Il s'agit donc d'un moyen d'évaluer l'impact de ce groupe sur la stratégie.

La première approche se base sur les valeurs uniques de chaque perspective, utilisées pour le calcul de la valeur unique. Il s'agit donc de la continuation de la deuxième approche de la relaxation 1. Nous associons un poids entre [0,100] à chaque perspective du SGS. L'addition de l'ensemble de ces poids doit être de 100. Ces poids sont en plus liés à un seul niveau de la structure. Ils consistent en un pourcentage de participation, c'est-à-dire l'importance avec laquelle le niveau a un impact sur la perspective. De cette manière, nous sommes assurés que l'évolution de la stratégie relative au niveau correspond bien aux indicateurs qu'ils influencent. Les poids sont divisés par 100 avant d'effectuer les calculs, pour utiliser une valeur comprise entre [0,1]. Les poids de participation dans les perspectives sont multipliés aux valeurs uniques des perspectives respectives. Ensuite, les valeurs sont à nouveau multipliées par un autre poids. Il s'agit du poids des perspectives dans le SGS de la relaxation 1. Finalement, nous additionnons les valeurs obtenues pour chacune des perspectives.

La deuxième approche ne tient pas directement en compte la valeur unique. Elle se base plutôt sur les briques de base des indicateurs, tout comme notre première approche pour le calcul de la valeur d'une perspective. Nous partons des indicateurs globaux définis pour chaque perspective lors de la première approche de la relaxation 1. Nous utilisons l'ensemble des fonctions de mesure de chacun des indicateurs en vue de créer un nouvel

indicateur global qui sera associé au niveau. L'ensemble des fonctions de mesure de tous les indicateurs de toutes les perspectives sont donc prises en compte. La figure 5.7 illustre ce processus. Comme dans la première approche de la relaxation un, les mêmes problèmes existent. Dans ce cas-ci, les pourcentages/poids de participation du niveau de la structure dans les perspectives se retrouvent inclus dans le modèle d'analyse de l'indicateur global créé pour ce niveau.

### **Relaxation 3 : prise en compte des apports entre les perspectives**

Bien que cette relaxation n'ait pas directement de lien avec la ventilation, nos recherches nous ont amené à l'étudier. Le but de cette relaxation est d'étudier les relations de causalité. Comme le SGS est composé de perspectives découpées en indicateurs, il y a deux aspects à étudier : les relations de causalité entre les perspectives et les relations de causalité entre tous les indicateurs intra ou inter perspectives. C'est dans cette logique que nous avons décomposé cette relaxation en deux sous relaxations : relaxation 3 bis et relaxation 3 ter (figure 5.7).

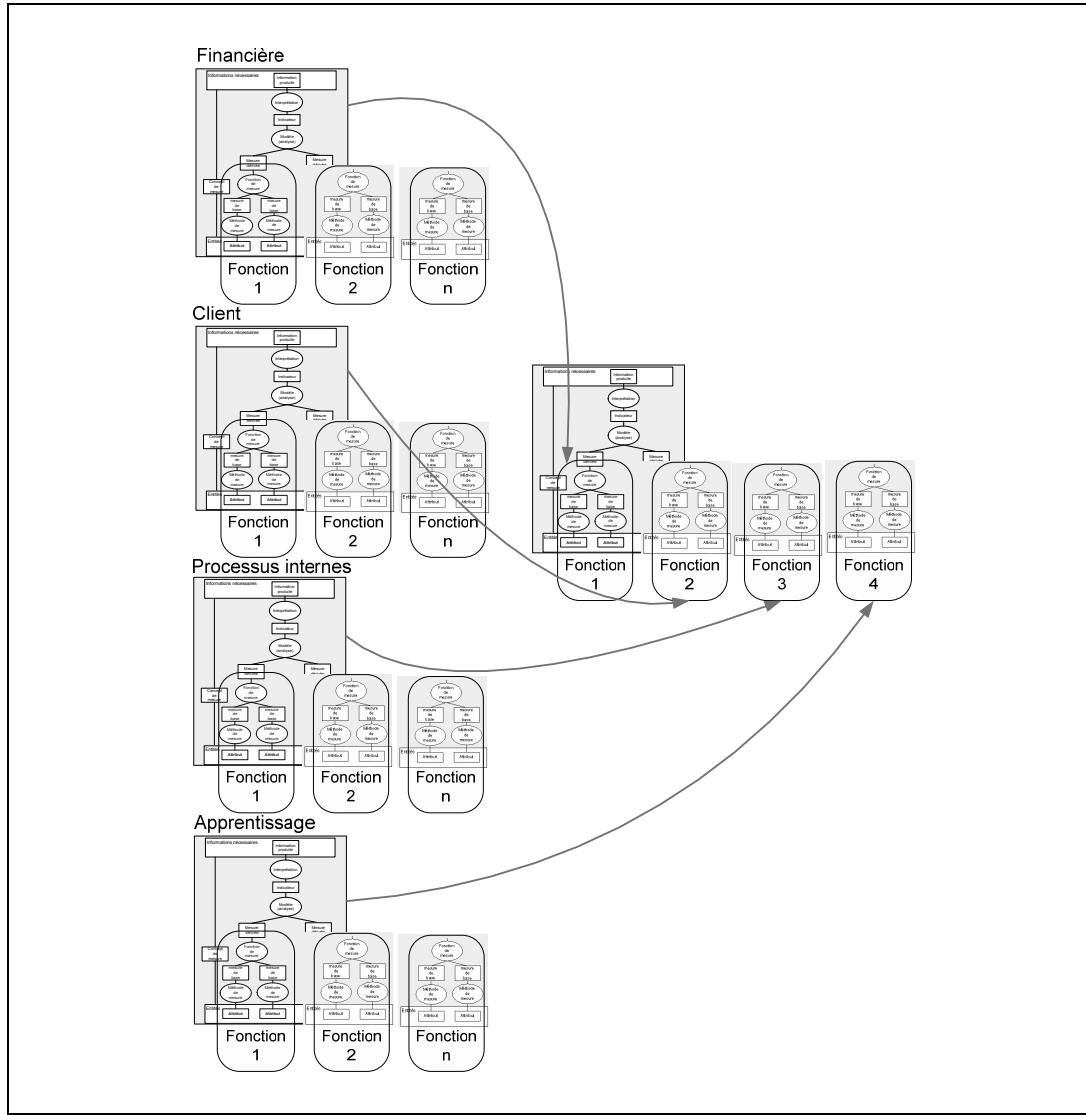


Figure 5.7 Association d'une valeur à un niveau de la structure sur base des indicateurs des perspectives

### Relaxation 3 bis : prise en compte des apports entre les indicateurs des perspectives

Le but de cette relaxation est d'étudier les relations de causalité entre les perspectives, c'est-à-dire de connaître l'impact d'une perspective sur les autres. Notre idée est de créer un indicateur de relation entre les deux perspectives. Comme il existe plusieurs perspectives, il y

aura plusieurs indicateurs nécessaires pour faire les liens entre les perspectives. Grâce à ces indicateurs, il est possible de mesurer l'évolution des IAC. Le lien entre les perspectives permet aussi de voir comment une perspective en influence une autre, positivement ou négativement. Dans le cas du BSC, il existe quatre perspectives : financière, client, processus interne, croissance et apprentissage. Le nombre de nouvelles perspectives sera donc équivalent à six : financier/client, financier/processus interne, financier/croissance et apprentissage, client/processus interne, client/croissance et apprentissage, processus interne/croissance et apprentissage.

Le problème avec cette solution est que l'ajout de nouvelles perspectives va entraîner une augmentation du nombre de perspectives ne servant qu'à faire les liens avec les autres. Le deuxième problème est le fait que les indicateurs présents dans ces nouvelles tables n'ont pas vraiment été créés dans le but de mesurer l'évolution de la stratégie. Ils sont seulement là pour effectuer des liens entre les perspectives originales. Le mélange des perspectives originales et des perspectives permettant d'effectuer des liens risque de perturber l'utilisateur de ce modèle.

### **Relaxation 3 ter : prise en compte des apports entre les perspectives globales**

Le but de cette relaxation est d'étudier les relations de causalité entre les indicateurs de toutes les perspectives, c'est-à-dire de connaître l'impact d'un indicateur sur un autre. Nous avons envisagé cette relaxation pour trouver une solution à la relaxation précédente en se basant sur les composants des perspectives, c'est-à-dire les indicateurs, plutôt que directement sur ces dernières. Dans ce cas, nous créons une table entre chaque couple de perspectives de valeurs pondérées. Chaque perspective est associée à une dimension. Dans notre cas, comme il n'existe que deux dimensions, nous pouvons associer une perspective aux colonnes et l'autre aux lignes. Les éléments qui se retrouvent dans ces dimensions sont les indicateurs de la perspective. Ce ne sont pas de nouvelles perspectives comme dans la relaxation trois bis. Il s'agit simplement d'un moyen de classification des poids. Un exemple est illustré dans la figure 5.8 qui présente les indicateurs des perspectives financier et client.

Financier/client	F-IND-1	F-IND-2	F-IND-3	F-IND-4
C-IND 1				
C-IND 2				
C-IND 3				
C-IND 4				

Figure 5.8 Table inter-perspectives des poids d'impact entre les indicateurs

Le poids peut représenter une diminution s'il est inférieur à un, une augmentation sinon. Le poids est déterminé selon le partage entre les deux indicateurs des entités, des méthodes de mesure, des attributs et des fonctions de mesure. Plus le nombre d'entités partagées est grand, plus le poids, représentant la relation de causalité, est important. Malgré cet aspect plus formel de la détermination du poids, le décideur est malgré tout celui qui va attribuer le poids sur la base des informations précédentes.

Nous avions supposé qu'il devrait être possible de reconstituer la valeur de l'indicateur en se fondant sur l'addition des valeurs des autres indicateurs pondérées par le poids des différentes tables. Cependant, le fait que ce soit le décideur qui ait le dernier mot ne permet d'obtenir qu'une valeur proche. De plus, il ne devrait pas être possible d'inférer toutes les valeurs des indicateurs de cette manière. En effet, il faudrait alors qu'il y ait des indicateurs qui soient calculés autrement et ceux-ci constitueraient le noyau des indicateurs nécessaires au BSC. Les indicateurs ne faisant pas partie du noyau seraient donc construits sur la base des autres. Cela est contradictoire avec le fait que notre MB nous a permis d'obtenir le nombre minimum de BI et, donc, d'indicateurs. Nous avons donc déjà le nombre minimum d'indicateurs, cette hypothèse est donc incorrecte. Il faut trouver une autre solution pour exprimer les relations de causalité. La réponse est apportée dans la relaxation 8.

### Relaxations 4 et 6 : prise en compte d'une perspective à travers deux/plusieurs niveaux

Cette relaxation est directement liée à la ventilation de la valeur unique. Suivant les mécanismes dont nous avons parlé dans les précédentes relaxations, nous voulons les exploiter pour effectuer des liens entre les BSC associés à différents niveaux de la structure. Au départ, nous avons raisonné avec deux niveaux de hiérarchie, mais nous avons rapidement généralisé à plusieurs niveaux. L'exemple représenté dans la figure 5.9 montre que chaque niveau de la hiérarchie possède son scorecard dont une seule perspective est représentée. Le directeur général soumet sa perspective avec ses indicateurs à ses vice-présidents qui vont créer un ou plusieurs indicateurs pour chacun des indicateurs de la perspective du directeur général qui les affecte. De cette façon, il est possible de tracer les liens de causalité qui existent entre les indicateurs et les perspectives.

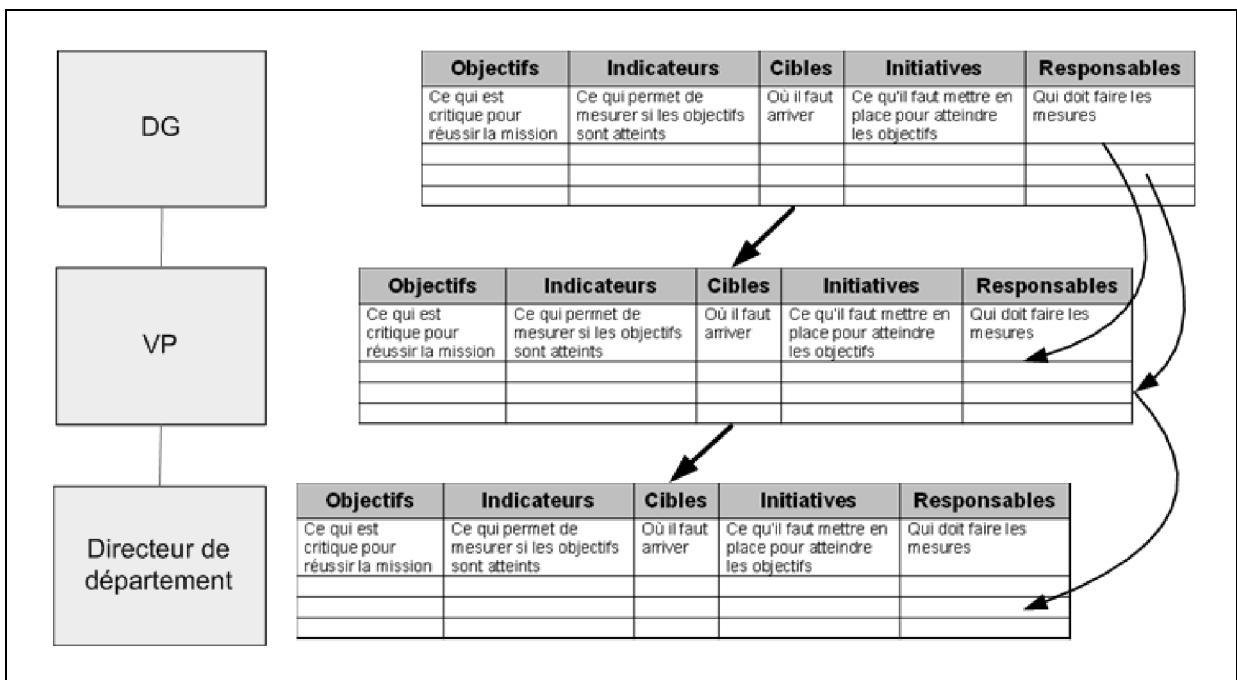


Figure 5.9 Liens entre les indicateurs d'une perspective de différents BSC

Notons qu'il est possible que des individus d'un niveau puissent avoir des indicateurs supplémentaires aux sous indicateurs partagés. Ils peuvent se fixer d'autres buts qui nécessitent eux aussi des BI qui devraient alors apparaître dans le MB. De plus, il est également possible que leurs sous indicateurs partagés ne soient pas les mêmes. En effet, dans l'exemple présenté dans la figure 5.10, le directeur général peut avoir des buts qu'il va ensuite partager entre ses vice-présidents (par implication, il y a partage des indicateurs).

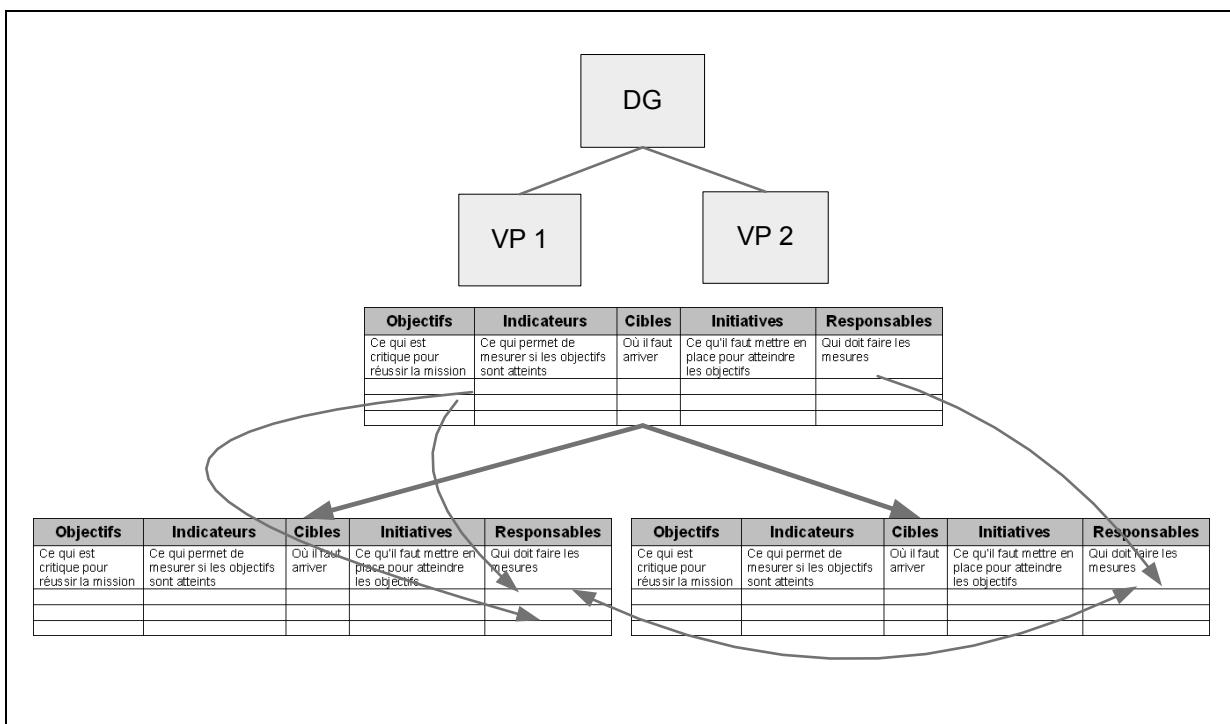


Figure 5.10 Partage des indicateurs entre plusieurs individus d'un même niveau

Dans le cas où un indicateur du niveau supérieur est partagé entre différentes personnes du niveau inférieur, un pourcentage de réalisation est affecté à chacune de ces personnes. La somme des pourcentages de réalisation d'un indicateur par personne doit être égale à 100. Il s'agit d'une forme de pondération.

## Relaxations 5 et 7 : prise en compte de plusieurs perspectives à travers deux/plusieurs niveaux

Nous pouvons généraliser les relaxations 4 et 6 en vue de prendre en compte plusieurs perspectives dans les relaxations 5 et 7. Il est possible d'effectuer le même type de raisonnement que pour ces précédentes relaxations. La difficulté est de déterminer si un indicateur d'une perspective peut être éclaté en plusieurs sous indicateurs appartenant à des perspectives différentes. Nous n'avons pas poussé plus loin les recherches dans cette optique car le travail, en parallèle, sur la relaxation 8 était le plus prometteur.

### Relaxation 8 : utilisation du modèle de buts pour la ventilation

Jusqu'à présent, nous n'avions pas pris en compte l'existence du MB. Cependant, nous avons découvert que celui-ci était une solution prometteuse pour la ventilation et la mise en évidence des relations de causalité entre les indicateurs de toutes les perspectives (Figure 5.11).

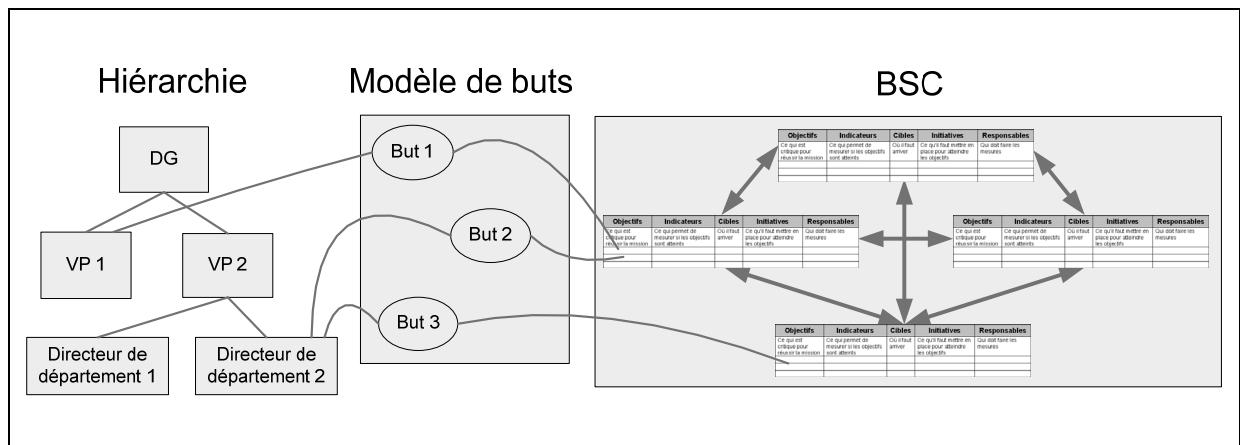


Figure 5.11 Lien entre la structure, le modèle de buts et le système de gestion stratégique

Le MB peut également aider à faciliter la ventilation par rapport au SGS. Chaque but génère un BI et donc un indicateur. Il y a une relation un à un dans ce cas. Par contre, plusieurs buts peuvent être associés à un seul individu ou groupe d'un niveau. Si un but n'est pas partagé, alors les indicateurs sont repris tels quels dans le BSC de l'individu/groupe qui est rattaché à celui-ci. Dans cette situation, nous n'avons pas de problèmes de pondération. Les buts de l'entreprise peuvent être associés et décomposés entre les différentes parties. Une direction peut donc se voir associer une partie des buts de l'entreprise. Le seul inconvénient de cette décomposition est que plusieurs directions pourraient être liées aux mêmes indicateurs, sans que cela permette d'exprimer la pondération de celles-ci dans le calcul de la valeur finale de l'indicateur. De ce fait, un mécanisme serait nécessaire pour pondérer les liens entre les buts et les BI. Si un but est partagé, alors il est nécessaire de pondérer la participation à ce but. Dans ce cas-ci, il faut associer à chaque individu/groupe le pourcentage de son effort assigné à la réalisation de ce but. Il s'agit d'une approche assez pratique dans le cas où les individus d'un niveau font partie du même élément du niveau supérieur. Dans ce cas, ce dernier élément pourra détenir l'indicateur de la scorecard au complet dans le sien (à 100%).

Les liens entre les niveaux sont donc clairs. Le scorecard d'un individu/groupe appartenant à un niveau supérieur agrège les indicateurs des individus/groupes de son niveau inférieur. L'agrégation tient compte de la pondération des liens dont nous parlions précédemment. Pour les liens de causalité entre les indicateurs, comme nous modélisons les buts avec «  $i^*$  », nous pouvons utiliser les liens de contribution entre les buts de différents types. Comme il existe six types de ces liens, il est possible d'associer une valeur entre  $[0,1]$  pour chacun de ceux-ci. De cette manière, nous pouvons quantifier l'impact de la valeur d'un indicateur sur un autre. Parmi les six liens de contribution, il y en a trois qui représentent un impact positif et trois autres qui représentent un impact négatif. Nous avons associé aux trois premiers des valeurs supérieures à 0.5 et inférieures à cette valeur pour les trois derniers.

## La valeur globale et sa ventilation

Cette section aborde l'évaluation de la stratégie à partir d'une valeur globale. Cependant, certains indicateurs peuvent être également liés à d'autres aspects de l'organisation. Il est donc possible d'appliquer à nouveau cette approche sur d'autres indicateurs présents dans le SGS. En effet, nous avons laissé la porte ouverte à l'ajout de nouvelles perspectives dans lesquelles nous pourrions classer différents indicateurs. Ces derniers correspondent à des buts du MB et se retrouvent dans ces nouvelles perspectives suite à leur classement qui sera utile pour l'évaluation de la performance.

### 5.3.4 Analyse de la proposition

La gestion d'une SIO s'appuie sur la mission qu'elle s'est fixée en ayant pour but de réaliser sa vision. Pour cela, elle met en place une stratégie et en assume la gestion. Les SBI sont des outils familiers des gestionnaires qui ont pris l'habitude d'utiliser des indicateurs pour porter un jugement et prendre une décision, d'où l'intérêt de faire usage de ces modèles qu'ils maîtrisent généralement. Ces indicateurs ne sont pas forcément classés et structurés. De plus, en absence d'une approche, il est possible qu'ils tombent dans les mêmes travers qui ont mené à des modèles difficilement gérables et apportant trop d'informations inutiles.

Pour mettre en place une telle stratégie, notre état de l'art nous a permis de déterminer que l'approche proposée par Kaplan et Norton du BSC (Kaplan et Norton, 1993) était la meilleure option dans notre contexte. Dans le cadre du SGS, en choisissant le BSC pour nos expériences, nous nous sommes laissés l'opportunité de pouvoir modifier les perspectives. Le BSC devient alors un SGS évolutif qui nous permettra de classer les indicateurs. Nous n'avons pas ajouté de nouvelles perspectives, mais il s'agit d'une des possibilités que nous nous sommes laissés. Nous avons jugé que l'évolution du BSC vers la carte stratégique, n'était pas adéquate pour nos travaux. Il s'agissait d'une réorganisation introduisant le principe de causalité (Kaplan et Norton, 2001). L'introduction de groupes dans les perspectives apporte un niveau de complexité additionnel susceptible de rendre la réflexion

plus difficile. La décision d'utiliser la norme ISO 15939 (ISO15939, 2007) dans la définition des indicateurs aide à la résolution du problème des relations de causalité dans les différentes perspectives définies dans le SGS. L'utilisation des concepts d'entités et d'attributs de l'entité fait que les indicateurs peuvent être calculés selon les mêmes concepts. Une modification d'une valeur d'un attribut peut donc se répercuter sur plusieurs indicateurs.

Dans cette analyse, nous présentons nos conclusions sur les liens entre le MB et le SGS. Le MB a l'avantage de permettre de créer des liens entre les buts et, par implication, entre les indicateurs. L'ensemble des buts spécifiant la vision de la SIO en termes de buts. Il est possible de faire des liens entre les indicateurs des perspectives du BSC et les buts. Il s'agit donc d'une forme de liens de causalité que nous pouvons répercuter sur les indicateurs. De plus, grâce aux pondérations des indicateurs par rapport à leur perspective ou au BSC dans sa globalité, il est possible de juger de l'importance de ce lien par rapport à la part de la valeur globale associée au mécanisme de ventilation.

Nous avons découvert que les indicateurs peuvent être définis à n'importe quel moment du cycle de vie du modèle « *i\** ». Ils peuvent donc être intégrés au fur et à mesure dans le SGS. Un cycle de modélisation incrémental pourrait donc avoir lieu. Selon nous, la BP est de les définir lorsque le MB est créé dans une phase d'analyse de l'organisation actuelle de l'entreprise. De cette manière, les indicateurs pourront se révéler utiles dès le début. Les « goals » et les « soft-goals » peuvent être décomposés en « sous goals » et « sous soft-goals ». Nous pouvons facilement évaluer les premiers car ils sont objectifs. Les suivants sont plus difficiles à évaluer mais apportent plus d'informations sur la direction à prendre par l'entreprise. Selon nos recherches, nous avons remarqué qu'il était préférable de n'utiliser que ces concepts pour la modélisation des buts d'une entreprise. En effet, l'utilisation des concepts comme tâches et ressources surchargent en informations le modèle. Une exception existe malgré tout, il s'agit de la modélisation de la vision de l'entreprise. Celle-ci peut être représentée par des tâches, qui sont à la racine des arbres de buts présents dans le MB.

Le MB améliore également le problème lié à la définition concrète d'un rapport de causalité entre les perspectives du SGS. La mise en évidence de BI par les goals et les soft-goals permet de définir les BI. Ceux-ci étant ensuite liés aux indicateurs du SGS, il est possible de créer des liens entre ces derniers. D'un côté, les indicateurs sont distribués au travers des perspectives. D'un autre côté, les goals et les soft-goals sont reliés entre eux par des liens moyens-fins et des liens de contributions. Nous avons donc profité de ce lien entre ces concepts pour les répercuter au niveau des indicateurs présents dans les différentes perspectives du SGS. Comme nous l'avons vu dans la section présentant les problèmes de « *i\** », le choix des liens de contribution et, donc, de leur intensité entre les buts dépend grandement de l'évaluation de la personne qui réalise le MB. Cependant, nous avons remarqué que les informations supplémentaires concernant les liens étaient une information digne d'intérêt pour répondre au problème de la causalité.

Notre cadre de référence permet de juger du niveau de respect d'une corrélation avec un soft-goal. Cependant, les indicateurs définis pour cette corrélation ne sont utiles que s'ils se basent sur des données existantes. Il est donc difficile d'utiliser le cadre de référence lorsque « *i\** » est utilisé dans une analyse. Par exemple, il ne sera pas possible de juger à quel niveau il existe une corrélation positive entre un besoin non-fonctionnel de « minimisation des communications extérieures » et un autre de « confidentialité ». Par contre, il sera possible d'évaluer ce point par la suite. L'indicateur peut donc être défini à n'importe quel moment du cycle de vie du MB. De plus, si le MB sert dans le cadre d'une phase d'analyse, il ne faut pas le surcharger car celle-ci risque d'être hautement interactive car elle implique tous les intervenants, autant en tant que sources d'informations et preneurs de décisions. Le degré de formalité de cette relation doit être reflété dans cette relation. Il est compréhensible que le bagage de chaque individu soit différent. En fonction de la définition et des valeurs obtenues des indicateurs indépendamment des goals et soft-goals, il y aurait moyen de les lier par la suite à ces derniers et de déduire des corrélations. Cette technique se rapprochant plus de l'analyse statistique, il n'est pas certain que les corrélations définies selon ce procédé soient convaincantes. Il est donc nécessaire généralement de définir les corrélations sur le jugement

d'un décideur. Il faut ensuite définir des indicateurs pour vérifier le niveau de corrélation ou d'atteinte d'un goal ou d'un soft-goal.

Le lien entre le modèle des buts et le SDS nous a permis d'entrevoir un domaine de recherche dans lequel nous ne nous sommes pas engagés. Il s'agit de l'automatisation de la prise de décision stratégique. Les liens de contributions entre les buts permettent de juger leur niveau de réalisation et la façon dont ils sont influencés. Le lien entre les buts, les indicateurs et les critères permettrait donc de cibler les indicateurs qui demandent une amélioration.

#### **5.4 Système d'évaluation de la valeur de l'organisation**

Le principal inconvénient que nous avons découvert est que le BSC ne propose pas de mécanisme pour s'assurer de connaître une valeur unique, représentant l'état de l'ensemble de l'entreprise et permettant ainsi de suivre dans le temps son évolution et du fait de sa stratégie. Nos recherches sur un tel mécanisme est un atout important qui assure le respect de sa vision en garantissant ainsi sa pérennité. Pour atteindre le but, cette approche devra prendre en compte divers aspects de sa performance et de sa capacité à être compétitive sur ses marchés. Dans l'intérêt de la SIO et de ses intervenants, elle devra aussi prendre en compte les éléments de la stratégie tels que la vision, la mission, les buts et objectifs. Donc, dans le cadre de l'AC, il n'est pas juste question d'améliorer la productivité, mais aussi d'augmenter la valeur de l'entreprise en maintenant une profitabilité acceptable. L'augmentation de la productivité d'une SIO ne doit pas se faire au détriment de sa survie à long terme en tenant compte de la profitabilité, mais sans diminuer la valeur à long terme.

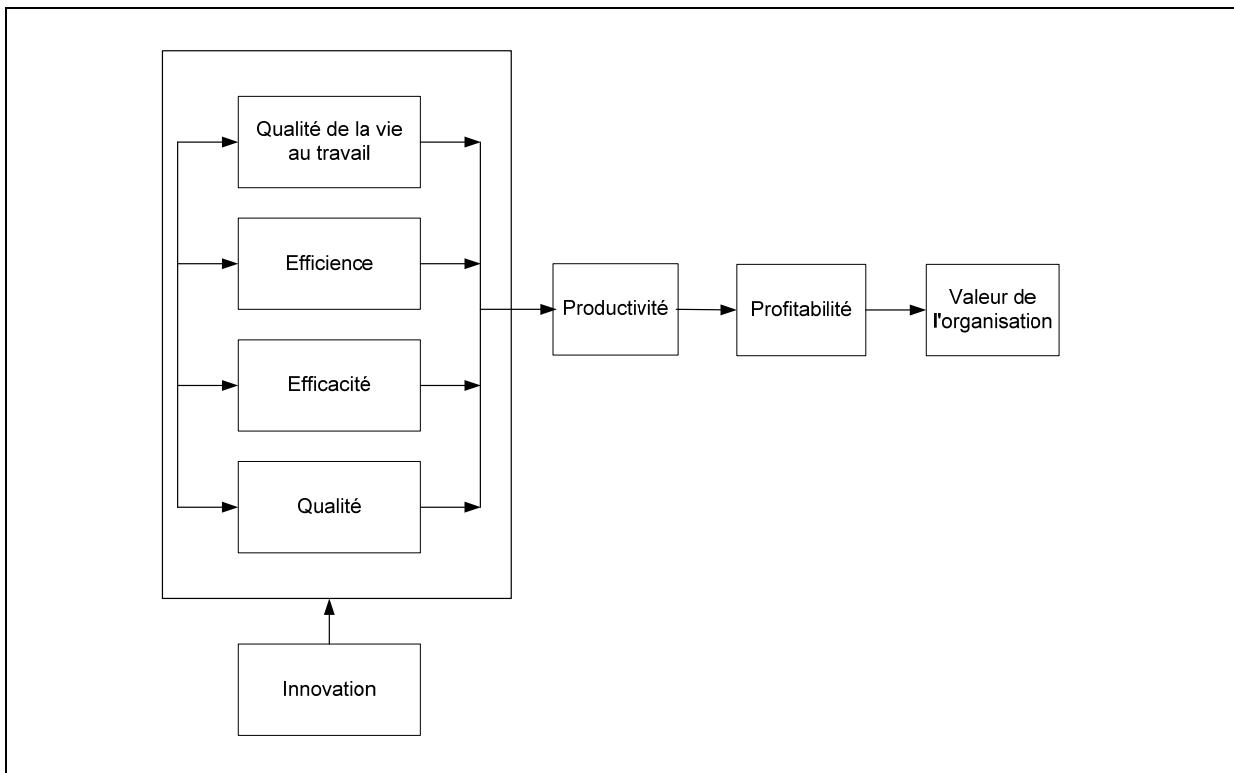


Figure 5.12 Modèle de mesure de performance  
Adaptée de Sink et Tuttle (1989)

En vue de résoudre le problème de déterminer une valeur unique représentant la SIO, nous proposons une adaptation d'un modèle de la famille des SBI (figure 5.12), proposé par Sink (Sink et Tuttle, 1989) mais initialement appliqué au secteur économique. Il classe les indicateurs en quatre groupes, soit : compétitivité, productivité, profitabilité et valeur. Le groupe de compétitivité ne se retrouve pas directement dans la figure mais il est exprimé par le regroupement : de la qualité au travail, d'efficience, d'efficacité et de qualité. En plus de ces groupes, nous retrouvons l'innovation qui est le moteur de la compétitivité d'une entreprise. Il existe des liens entre les différents groupes du modèle. Par exemple, les divers aspects de la compétitivité doivent être appuyés par un haut niveau de productivité qui conduira à la profitabilité. Notons qu'il existe un rapport complexe entre la profitabilité et la

valeur de l'organisation. En effet, une trop grande prise de profit peut conduire à une trop grande diminution de la valeur de l'organisation, pouvant la conduire à sa perte.

Tout en conservant l'essence du modèle, nous avons modifié certains de ses aspects. La figure 5.13 détaille cette évolution. Les flèches en gras représentent les liens dominants et les flèches plus pâles représentent les liens secondaires. Le concept d'évaluation trouve son fondement dans la prémissse qu'il est souhaitable d'optimiser la performance de l'entreprise, afin d'améliorer la compétitivité et de distribuer cette performance au sein de ses différentes composantes. Cette optimisation de la SIO assure le renforcement de sa cohésion sociale et de sa gouvernance. Il s'agit donc d'une amélioration du CI, qui devient de plus en plus important, notamment pour les PME de type SIO. La cohésion sociale est basée sur la nature et l'intensité des liens relationnels entre les membres de l'organisation. Elle permet de favoriser les synergies et d'améliorer la qualité de la vie au travail. La compétitivité est un équilibre entre la qualité, l'efficacité et l'efficience. L'innovation peut être divisée en quatre groupes, soit : de l'innovation des procédés liés à l'amélioration de l'organisation et donc à sa compétitivité, de l'innovation organisationnelle liée à l'amélioration de la productivité et finalement de l'innovation de produit et de marché qui sont liés à la profitabilité. Ces groupes seront présentés plus en détail à la prochaine section.

Il existe une relation étroite entre l'efficacité, l'efficience et la performance d'une SIO. L'efficacité et l'efficience doivent être basées sur sa capacité à se gérer de manière flexible tout en créant la meilleure synergie. Nous groupons ces termes sous la notion de réactivité qui est la capacité à s'adapter aux divers changements. La flexibilité se situe au niveau des RH, logistiques et des SI.

L'évaluation globale de l'entreprise est avant tout l'évaluation de l'ensemble de ses composantes, mais elle est plus que cela. Des indicateurs permettent de juger de l'organisation, c'est-à-dire de son capital matériel, de son CI et de ses finances, les plus importantes aux yeux des actionnaires. En plus de fournir une valeur unique, il est important que cette évaluation représente les synergies entre ces éléments. Si ce besoin est répondu,

alors il est possible de suivre les résultats de la stratégie à partir de l'ensemble de ces indicateurs et de l'impact des décisions sur sa gestion. La valeur de l'entreprise échappe à des prédictions à long terme mais une évaluation demeure possible pour permettre de dégager une stratégie.

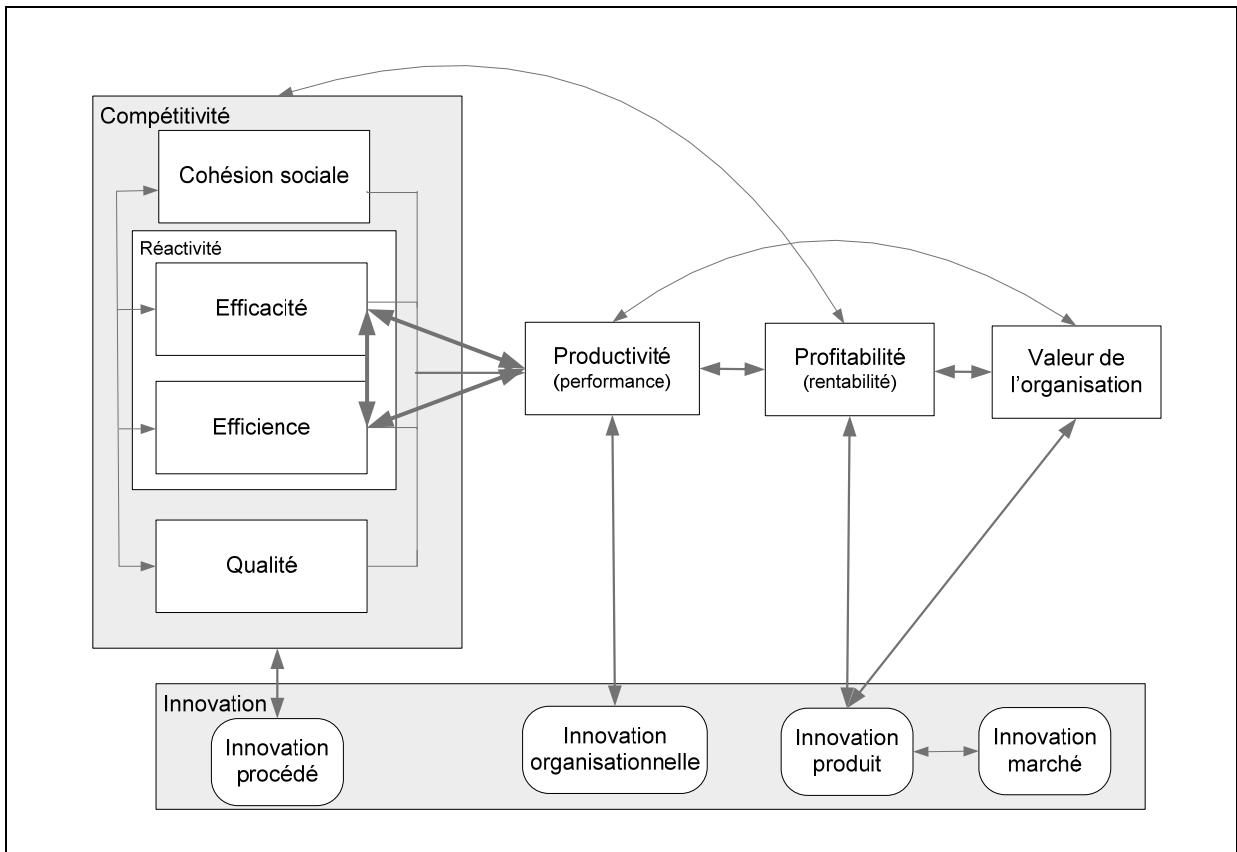


Figure 5.13 Évolution du modèle de mesure de performance

#### 5.4.1 Les domaines du modèle intégrateur

Cette section présente dans le tableau 5.3 les différents domaines du modèle intégrateur qui apparaissent à la figure 5.13.

Tableau 5.3 Les domaines du modèle intégrateur

Domaines	Description des fonctionnalités
Compétitivité (Riopel et Croteau, 2008)	Capacité de concevoir, de fabriquer et de commercialiser un ensemble cohérent de produits et de services dont le prix et les qualités forment un ensemble plus attrayant que celui des concurrents. Elle est fonction de l'efficacité et de l'efficience qui font partie de la réactivité.
Cohésion sociale	Relations sociales entre les membres d'une SIO qui se caractérisent par la synergie, la qualité de vie, le partage de valeurs et de règles de vie (Roehner, 2004).
Efficacité	« rapport entre les résultats obtenus et les objectifs fixés » (Riopel et Croteau, 2008). L'efficacité et l'efficience doivent être distinguées. Par exemple une activité est efficace lorsqu'elle a été entièrement complétée et efficiente si elle fait usage d'un minimum de ressources.
Efficiency	« rapport entre les résultats obtenus et les ressources utilisées pour les atteindre » (Riopel et Croteau, 2008). Elle assure la pérennité de l'organisation en optimisant l'usage des ressources disponibles afin de limiter leur perte et de maximiser la satisfaction des intervenants.
Réactivité	Est la capacité d'une SIO à répondre rapidement aux sollicitations de son environnement par le déploiement de synergies ou par la flexibilité des ressources. Elle est donc une suite positive de l'amélioration de la SIO. Elle est souvent confondue avec la flexibilité et l'agilité.
Qualité	Est le groupe des processus et des tâches liées qui contribuent à parvenir aux caractéristiques de qualité recherchées dans un contexte de production logicielle durant l'ensemble du cycle de vie (AFITEP, 2001). Dans une vision plus large, elle inclut les énergies déployées par une SIO pour sa mise en conformité avec les normes et standards du marché ainsi que la mise en commun et l'utilisation des ressources pour parvenir aux synergies visées par la stratégie.
Productivité	Rapport entre la quantité de biens produits ou de services fournis (extrants) et des facteurs de production utilisés pour les obtenir (intrants). Elle forme une mesure de l'efficacité de l'usage des facteurs de production à la disposition d'une entité. Ce rapport peut être mesuré sur un seul intrant (productivité partielle), sur plus d'un intrant (productivité multifactorielle) ou sur tous les facteurs de production intrants (productivité globale). L'analyse de la productivité d'une SIO a pour but de déterminer son niveau d'efficacité et d'efficience.
Profitabilité	Caractère d'une SIO à engendrer un profit. En gestion, la notion économique de profitabilité est confondue avec la notion plus comptable de rentabilité qui est définie comme le rendement mesuré d'une organisation par le rapport des bénéfices sur le capital investi.
Performance	Elle peut prendre plusieurs significations. Le niveau de réalisation des cibles et des objectifs établis par une SIO. Elle peut aussi « désigner le degré de réalisation des objectifs établis par une entreprise » (Riopel et Croteau, 2008). On emploie souvent aussi le terme « performance » dans un mauvais sens, c'est-à-dire le rendement qui est défini comme le produit effectif d'un travail ou le résultat obtenu par un ou plusieurs facteurs. Les performances d'un produit groupent l'ensemble des fonctions et des caractéristiques qu'il a aux yeux de son utilisateur.
Innovation	Ensemble des processus créatifs appliqués à l'ensemble de l'organisation. Nous la découpons en quatre domaines (produit, procédé, organisationnel, marché).

L'efficience désigne l'accomplissement d'un objectif ou de fonctions désignées en utilisant un minimum de ressources (IEEE, 1990). Il ne faut pas la confondre avec l'efficacité et la rentabilité. L'efficacité ne spécifie pas les moyens déployés pour atteindre un objectif. La rentabilité évalue un résultat seulement par rapport aux ressources financières investies. L'efficience fait bon usage des diverses ressources déjà efficaces.

#### **5.4.2 Les indicateurs du modèle intégrateur**

Dans la présente section, nous présentons diverses propositions d'indicateurs permettant de couvrir les divers domaines proposés dans notre modèle. Ces indicateurs ont la particularité qu'ils se basent sur les informations présentes dans le SGS. Ils devront être modifiés, adaptés et partagés entre les diverses SIO. De plus, les indicateurs d'un groupe se basent aussi sur les indicateurs des groupes avec lesquels ils ont des liens. Pour chaque groupe de notre modèle présenté précédemment, des explications sur les indicateurs que nous avons utilisés sont fournies. Une définition synthèse des indicateurs se retrouve dans les divers tableaux de la section. Une présentation détaillée des indicateurs selon la définition proposée dans la norme ISO15939 (ISO15939, 2007) est présentée à l'annexe X.

#### **Indicateurs pour l'innovation**

L'innovation a été définie à la section 2.1.3 du chapitre 2. Une innovation se concrétise par une nouvelle association entre un objet (processus, produit, service, etc.) et un mode d'usage, produit par une entreprise. Nous avons divisé nos indicateurs selon quatre types d'innovation tels que présentés dans ce qui suit. L'indicateur d'innovation est la somme pondérée de ces divers types d'innovation.

- l'innovation de produits porte sur le déploiement d'un nouveau produit ou l'amélioration significative d'un bien ou d'un service. Dans le cadre d'une SIO, il s'agit du développement d'un logiciel, de l'amélioration sur le plan technologique ou de

l'amélioration de caractéristiques liées à la maintenance du logiciel. Un indicateur s'est développé, soit : l'innovation des produits clients (IPC).

- l'innovation de procédé qui a trait aux processus de production et de distribution du bien ou du service (Warrant, 2001). Un seul indicateur a été développé dans ce domaine appelé indicateur d'innovation de procédé (IIP).
- l'innovation organisationnelle désigne « les changements organisationnels liés aux innovations de produits et de procédés, les changements liés aux tâches de support et le comportement innovant dans les affaires » (Warrant, 2001). L'indicateur utilisé fait la somme des gains des divers projets d'innovation de l'organisation en fonction de la stratégie organisationnelle. Nous l'avons nommé indicateur d'innovation organisationnelle (IIO).
- l'innovation de marché est considérée comme « la percée sur de nouveaux marchés ou niches mais aussi les modifications des relations que l'entreprise entretient avec son environnement » (Warrant, 2001). L'indicateur est le développement des marchés d'affaires (DMA).

### **Indicateurs pour la compétitivité**

La compétitivité est une notion économique représentant la capacité d'une organisation sur le long terme à offrir et vendre des biens ou des services dans un marché donné en présence d'un contexte de concurrence (Lachaal, 2010). L'indicateur qui mesure le niveau de compétitivité de l'organisation est défini comme étant la somme pondérée des indicateurs présents dans les sous-domaines suivants : efficacité, efficience, cohésion sociale et qualité. La pondération est déterminée par l'organisation en fonction de son sous-domaine d'activité et des rapports entre ces divers marchés ainsi que la synergie avec ses clients.

## Indicateurs sur l'efficacité

L'efficacité permet de produire les résultats attendus et de compléter les objectifs ciblés dans les domaines de la qualité et dans le respect des délais et des coûts. Des logiques de créativité et de travail collaboratif peuvent s'opposer à la division taylorienne et pyramidale du travail et à la logique d'un service rendu à moindre coût comme c'est le cas dans les SIO, mais ces facteurs doivent être pris en compte par les indicateurs du SGS. La définition des processus de l'organisation et la définition des cibles à atteindre en rapport à ces processus constituent les fondements de la présente section. Ces cibles doivent être définies en concordance avec les données de l'industrie. L'Indicateur de Mesure de l'Efficacité (IME) est donc la somme pondérée des indicateurs de la perspective des processus associés au SGS.

## Indicateurs sur l'efficience

Les indicateurs d'efficience permettent d'évaluer l'intérêt de prendre des décisions et d'évaluer si la décision va entraîner des gains ou des pertes. L'efficience économique associe les objectifs rejoints avec les ressources financières utilisées et est évaluée en fonction de la nature du projet, en terme monétaire ou selon un indicateur non-financier. Les indicateurs monétaires potentiels employés pour mesurer l'efficience sont présentés dans le tableau 5.4.

Tableau 5.4 Indicateurs de mesure de l'efficience organisationnelle

Titre	Description
ESR	L'évaluation du seuil de rentabilité (ESR) est le chiffre d'affaires prévisionnel requis pour combler les frais fixes de l'exploitation.
VAN	La valeur actuelle nette est un flux de trésorerie actualisé comparant la valeur ajoutée d'un investissement au seuil minimum demandé par les investisseurs. La VAN évalue à partir des données comptables si l'investissement est susceptible de permettre l'atteinte des objectifs ciblés. Un résultat positif de l'indicateur signifie que l'investissement peut être initié.
TRI	(Le taux de rentabilité interne (TRI)) attendu par les actionnaires pour qu'il y ait efficience de l'investissement. Il s'agit d'un taux d'actualisation annulant la valeur actuelle nette d'un historique de flux financiers (souvent un PAC doté de flux de trésorerie positifs).
DR	Le délai de récupération (DR) est la durée requise pour récupérer le capital initial et ainsi obtenir une VAN supérieure à zéro alors efficiente.
IEO	Indicateur d'efficience organisationnelle (IEO) Si le projet ne produit pas de résultats valorisables monétairement. On peut considérer aussi un indicateur de coût unitaire (ICU).

### **Indicateurs sur la cohésion sociale**

Les SIO étendent leur cohésion sociale autour de liens qui peuvent être de type marchand, politique ou communautaire. Les liens marchands forment une cohésion sociale par la nécessité de l'échange de biens et de services formalisés par l'usage de contrats ou de conventions. Les liens politiques naissent du besoin d'installer une certaine légitimité engendrée par des règles spécifiques à la SIO. Les liens communautaires s'établissent du moment où des individus et des groupes de l'organisation développent des affinités. Dans l'organisation, la cohésion sociale se situe entre les actionnaires par la répartition de la rentabilité ou des profits ainsi que les liens entre dirigeants et salariés par la création d'un sentiment d'appartenance. En plus, cette cohésion crée chez les divers intervenants un sentiment d'estime de soi et d'accomplissement. Ces relations sont gérées par des contrats et des conventions diverses que l'organisation devra déterminer à partir de la perspective d'apprentissage et de croissance. Nous n'avons pas réussi à définir un indicateur regroupant l'ensemble de ces indicateurs autres que leurs sommes. Des travaux ultérieurs devront être conduits en ce sens.

### **Indicateurs sur la qualité**

L'indicateur recherché dépasse la notion de la qualité du produit. Cependant, elle devra quand même être prise en considération. Elle inclut la mesure de la qualité de l'exécution des activités de l'ensemble des processus de l'organisation. Un indicateur unique appelé indicateur d'assurance qualité (IAQO) réalise la somme de la qualité de chacun des produits logiciels (Indicateur de Qualité des Produits Logiciel (IQPL)) auxquels on ajoute la somme de la qualité de chacun des processus (Indicateur de Qualité des Produits Processus (IQP)).

### **Indicateurs sur la productivité ou la rentabilité**

Cet indicateur est connu et utilisé dans les SIO, il est appelé dans le domaine financier, l'indice de profitabilité (IPF). IPF s'établit par le rapport entre l'accumulation actualisée des flux de trésorerie, qui est la différence entre les encaissements et les décaissements produits

par les activités organisationnelles, et le capital investi. Le tableau 5.5 présente les principales relations dont dépend l'indicateur. La productivité globale des facteurs ou multifactorielle explicite la croissance relative de la richesse, car cette croissance n'est pas exprimé par les facteurs du capital, de production et du travail.

Tableau 5.5 Dépendance de l'indicateur de productivité (ou de rentabilité)

Fonction	Description
Des coûts de production	Coût du capital et des RH.
De la productivité	Efficacité et efficience des processus, qualification des employés, etc.
De l'imposition	Locale et nationale.
Des contraintes environnementales	Législations, réglementations, normes et standards.
Des infrastructures	Établissements éducatifs, réseau routier, réseaux de télécommunications, etc.
D'externalités positives de la main-d'œuvre	Fournisseurs, d'un fort réseau de partenaires potentiels.
De la qualité des livrables	Accès à une main-d'œuvre qualifiée et compétente.
De la compétitivité	Correspondant aux besoins et attentes du marché.
	Dépend de l'aptitude à l'innovation.

### Indicateurs sur la profitabilité

Nous avons étudié plusieurs indicateurs lors de nos travaux sur la réalisation d'un TB de gestion des finances. Nous avons favorisé une structure pyramidale qui se termine par un indicateur de rentabilité globale que nous utiliserons comme outil majeur de calcul dans le présent contexte.

### Indicateurs sur la valeur de l'organisation

Ils permettent de déterminer la valeur potentielle de la SIO sur le marché en ayant recours à des critères essentiellement objectifs. Cette estimation permet d'élaborer une stratégie d'entreprise à partir d'indicateurs tels que le capital immatériel de la SIO fondé sur la synergie, la finance administrant les ressources des investisseurs et la stratégie marketing. La valeur de l'organisation, est à la fois matérielle et immatérielle; de ce fait nous avons

décomposé le domaine de la valeur de l'organisation en deux sous domaines qui sont le capital matériel et le capital immatériel.

### **Capital matériel**

Les unités et les modèles contribuent à l'évaluation de la SIO et à l'élaboration d'une stratégie qui lui est spécifique. Cette coordination des responsabilités doit être réalisée en harmonie avec les politiques et les conventions dans la SIO afin d'atténuer l'impact de l'autoréalisation de la stratégie et restreindre le nombre de décisions basées sur une rationalité limitée ou encore sur des données comptables mal évaluées afin de les présenter dans une perspective favorable. Nous présenterons quatre types d'approche de l'évaluation matérielle retenus dans le cadre de nos expérimentations (tableau 5.6).

Tableau 5.6 Approche d'évaluation du capital de la SIO

<b>Approche</b>	<b>Description</b>
Comptables patrimoniales	La valeur (ou le patrimoine) d'une entreprise est souvent décrite par le contenu de son bilan, ce qui ne donne pas une valeur unique mais une fourchette de valeurs.
Actif net comptable corrigé	Il est la partie de l'actif que possèdent en propre les actionnaires qui se calcule comme la totalité des actifs moins les passifs.
Calcul des ratios	Méthode simple couramment utilisée pour comparer le niveau du bénéfice au passif ou les dettes au capital.
Analyse des flux trésorerie	Cette approche d'analyse, a pour avantage de clarifier la dimension temporelle produite par les exercices comptables en effectuant des projections sur les résultats.
VAN	est un flux de trésorerie actualisé comparant la valeur ajoutée d'un investissement au seuil minimum demandé par les investisseurs.
Valeur économique ajoutée	Elle est créée à partir de flux de fonds, se calcule en soustrayant au profit obtenu par une entreprise le coût de financement de son capital. Elle est utilisée au niveau stratégique mais adaptée à l'analyse financière.
Comparatives de l'organisation	L'évaluation de la valeur d'une SIO doit considérer que le capital immatériel produit par la synergie et la flexibilité sera mesuré par des indicateurs utilisant des « benchmark ». Ces indicateurs assurent l'estimation de la valeur du capital humain, relationnel et structurel de l'analyse de la gestion de la qualité, de la logistique, du SIG et de la RH.
Autres approches	Évaluation analytique, d'actions, immobilière, d'obligations et d'options.

## Capital immatériel

Le capital immatériel (CIM) représente « l'ensemble des actifs non monétaires et sans substance physique détenus par l'entreprise en vue de son utilisation pour la production ou la fourniture de bien et de services » (CIGREF, 2010). Pour les SIO le CIM coïncide, dans les faits au développement d'expertises, d'expériences, de technologies et de processus correspondant à des synergies offrant un avantage concurrentiel. Le CIM dépasse les limites des centres de recherche et développement pour englober progressivement toutes les facettes de la SIO. Le CIM, bien qu'il s'agisse d'abord d'un concept général, souvent utilisé dans les pratiques de la gestion du savoir, a tendance aussi à être formalisé en indicateurs de gestion non financiers, donc à être précisé, inventorié, normalisé et explicite dans la communication financière de l'entreprise.

Selon l'état de l'art sur l'EI, la valeur au marché et la valeur comptable ne correspondent plus, car une part significative de la capitalisation boursière des entreprises inscrites en bourse est composée par du capital immatériel. D'ailleurs, un indicateur simple pour ces entreprises est la mesure de l'écart entre ces deux valeurs mais ceci n'est pas le cas des PME qui nous intéressent. En considérant le CIM avec une connotation comptable, on peut introduire le concept d'actif immatériel. On parle alors des actifs intangibles qui sont ardus à identifier et comptabiliser et à l'inverse des actifs incorporels comptabilisables grâce à leur coût d'acquisition ou leur valeur marchande. Pour estimer l'ensemble de la valeur d'une SIO, il est essentiel de parvenir à analyser son CIM, qui ne se réduit plus à une simple variable d'ajustement mais devient un concept économique.

Le concept d'évaluation de l'entreprise est issu de la possibilité de répartir sa performance, afin de l'optimiser et d'augmenter sa compétitivité assurant ainsi l'amélioration de la cohésion sociale qui devient alors un CIM. Les immobilisations incorporelles constituent l'ensemble des éléments identifiables dans le CIM des entreprises. Dans le cadre de ces travaux, nous avons développé un indicateur qui prend en compte les dépenses de développement logiciel qui constituent une ressource contrôlée, dont les coûts de production

peuvent être identifiés et qui sont susceptibles de générer des avantages économiques dans le futur. Cette approche s'est avérée minimaliste, et ne répond pas à nos attentes de l'évaluation de ce type d'actif, en rapport à notre besoin de recherche de la valeur globale de l'organisation.

#### 5.4.3 Calcul de la valeur unique

La valeur de l'organisation de type SIO PME peut être considérée comme un super indicateur qui intègre l'ensemble des indicateurs pondérés du présent modèle. Certains liens exprimés sur la figure 5.13 sont intégrés dans la définition des indicateurs utilisés. Pour ces premiers travaux l'unité monétaire est utilisée pour simplifier le modèle, malgré la perte de richesse du modèle. Ces travaux demeurent exploratoires et n'ont pas été testés dans le contexte des deux SIO. Cependant, ils ont été évalués dans un contexte théorique afin de servir de base à des travaux futurs.

L'équation qui doit être évaluée selon le modèle précédent s'énonce de la manière suivante :

$$VO = Profitabilité + Productivité * (FIO + Compétitivité + FIP + FEEP + Innovation + LF + LI) / 7 \quad (5.1)$$

La définition des termes sont :

$VO$  = Valeur globale de l'organisation.

$Profitabilité$  = Valeur de l'indicateur du Capital matériel  
+ Valeur de l'indicateur du Capital immatériel en dollars.

$Productivité$  = Valeur ajoutée de l'indicateur de la productivité en dollars.

$FIO$  = Facteur d'innovation organisationnelle, un nombre entre -1 et 1.

*FIP* = Facteur d'innovation de produit, un nombre entre -1 et 1.

*FEEP* = Facteur des relations entre Efficacité – Efficience – Productivité entre -1 et 1.

*LF* = Valeur de la participation de l'indicateur de mesure de la force du lien entre la compétitivité et la productivité un nombre entre -1 et 1.

*LI* = Lien entre la compétitivité et la profitabilité (rentabilité), un nombre entre -1 et 1.

#### Algorithme

- 1- Dans un premier temps, on établit les calculs primaires à partir des indicateurs retenus par l'organisation incluant les indicateurs stratégiques et des définitions précédentes.
- 2- On calcule ensuite l'impact des activités d'innovation en fonction des indicateurs retenus.

$$Innovation = (IP + IO + IIP + IM) / 4 \quad (5.2)$$

Où

*IP* = Indicateur de l'innovation des procédés entre 0 et 1.

*IO* = Indicateur de l'innovation organisationnelle entre 0 et 1.

*IIP* = Indicateur de l'innovation de produit entre 0 et 1.

*IM* = Indicateur de l'innovation de marché entre 0 et 1.

3- On calcule le facteur de compétitivité par :

$$\text{Compétitivité} = (\text{qualité} + \text{efficacité} + \text{efficience} + \text{réactivité} + \text{PP} + \text{CS}) / 6 \quad (5.3)$$

Où

*Qualité* = Indicateur de qualité entre -1 et 1.

*Efficacité* = Indicateur d'efficacité entre -1 et 1.

*Efficience* = Indicateur d'efficience entre -1 et 1.

*Réactivité* = Indicateur de réactivité entre -1 et 1.

*PP* = Indicateur de productivité performance entre 0 et 1.

*CS* = Indicateur de cohésion sociale entre 0 et 1.

4- On construit finalement la valeur de l'organisation.

#### 5.4.4 Analyse de la proposition

Le modèle intégrateur permet de répondre au problème de la valeur unique associée à une entreprise. De par son développement itératif, nous avons porté une grande attention à la pondération des différentes perspectives, ainsi que des différents indicateurs dans la valeur globale. De plus, comme présenté dans les précédentes sections, le modèle intégrateur se base sur les valeurs de tous les indicateurs présents dans le SGS. Il permet donc de garder un niveau élevé de cohérence dans le cadre de référence. La ventilation de la valeur unique au sein de l'entreprise permet d'obtenir les mêmes bénéfices à différents niveaux opérationnels par la compréhension de l'importance d'une unité administrative par rapport à une autre,

l'identification des unités moins productives, etc. Pour ce faire, nous allons profiter des liens qui existent entre le modèle intégrateur et le SGS.

La valeur fournie par le modèle intégrateur nous permet d'évaluer la réaction d'une entreprise à une approche d'AC. Comme l'ensemble des indicateurs présents dans le SGS constitue l'ensemble minimum d'éléments nécessaires à répondre à tous les BI de l'entreprise, nous sommes assurés que notre valeur unique tient en compte tous les aspects nécessaires au rapprochement de la vision et à la réalisation de la mission. Dans un contexte d'AC, cette valeur unique est nécessaire, car elle permet d'évaluer, si une amélioration locale est globale ou si cela a engendré le déplacement du problème vers une autre partie de l'entreprise. Le modèle intégrateur introduit donc une évaluation plus efficace de ce type d'approche d'amélioration. Nous avons constaté un problème lors de nos expérimentations avec le modèle intégrateur. Lorsqu'une amélioration est visible par l'augmentation de la valeur unique, il n'est pas possible d'en mesurer l'amplitude sur le fondement du modèle intégrateur. Il s'agit d'un nouveau problème que nous examinerons avec le TB.

## 5.5 Tableau de bord

Comme vu dans le chapitre 2, l'intérêt du TB, système à base d'indicateurs, est de permettre le pilotage (contrôle et supervision) de l'organisation car il permet d'obtenir différentes informations sur la situation de l'entreprise de manière synthétique à partir des données détaillées des divers systèmes d'opérations. Ces informations permettent la prise de décision tactique et opérationnelle en fonction ou en concordance avec les décisions stratégiques. Les TB assurent le suivi des diverses opérations et dans certains cas, le contrôle de ces dernières. De cette manière la cohérence des mesures est assurée entre les différents modèles du cadre de référence présenté dans ce chapitre. Nous avons adopté, comme pour le SGS, la norme ISO 15939 (ISO15939, 2007) en vue de représenter les indicateurs. Le lien entre le TB et le SGS réside dans les indicateurs utilisés par les deux modèles. Le TB n'utilise pas directement les indicateurs du SGS. Il en utilise les modèles d'analyse, les fonctions de mesure et/ou les

méthodes de mesure. Il s'agit des composantes de base des indicateurs. Le TB n'a pas pour but de devenir un SGS. Il doit donc répondre à des BI plus basiques que le SGS.

### **5.5.1 Analyse de la proposition**

Dans la pratique, nous avons constaté que certaines entreprises n'utilisaient que le TB en vue de prendre des décisions stratégiques. Cependant, suite à l'étude des indicateurs généralement présents dans un tel modèle, nous avons constaté qu'ils étaient fortement liés aux perspectives financières et à celle des processus. Un TB ne peut donc pas fournir une vision complète de l'entreprise. Cependant, il est utile à des fins de contrôles journaliers des précédentes perspectives. C'est pour cela que nous avons pris la décision de le combiner à d'autres modèles. L'usage d'un TB permet l'utilisation de diverses représentations graphiques, tirant avantage de polymorphes permettant de fournir plus d'informations, en utilisant des dimensions supplémentaires de ces représentations assurant une visualisation directe de l'idée de la situation. Nous proposons d'utiliser le TB, comme un outil de contrôle et de mesures de l'amplitude de l'amélioration des processus, qui sont directement touchés par l'amélioration.

## CHAPITRE 6

### ENVIRONNEMENT LOGICIEL DE SUPPORT À L'ENTREPRISE INTELLIGENTE

Ce chapitre présente l'environnement logiciel proposé pour répondre à l'ensemble des problématiques portant sur le support à l'AC des SIO de type PME tout en assurant la pérennité de l'organisation. Cette démarche passe par le support à la gestion stratégique, la gestion du système de mesure ainsi que la gestion des divers CI de manière à répondre aux nouvelles réalités des entreprises qui tendent à devenir intelligentes. Les SIO requièrent donc de nouvelles capacités, de nouveaux modèles de gestion et assurément des nouveaux outils logiciels pour les supporter. Il est essentiel que le SI de l'organisation puisse soutenir l'ensemble de ces nouveaux besoins de manière intégrée. Le SI devra permettre l'atteinte des quatre caractéristiques proposées dans le tableau-A VI-1 de l'annexe VI ainsi que s'assurer de l'efficacité, de la réactivité et de la possibilité de garantir la livraison des produits.

Nous débuterons le chapitre en présentant les divers utilisateurs, leurs besoins et les motifs justifiant la mise en place de l'environnement. Un état de l'art sur les produits disponibles sur le marché et certains résultats issus des travaux de recherche est présenté en annexe III, ce qui inclut des études comparatives dans le contexte des organisations ciblées. Ce chapitre met l'emphasis sur les lacunes identifiées ainsi que les motifs justifiant l'utilisation d'une technologie particulière de composantes ou le développement expérimental de logiciels.

La section suivante présente l'architecture du système, incluant l'architecture fonctionnelle. Elle propose les composantes et leurs relations de manière à répondre aux besoins. Une architecture technique présentant la structure technologique du système est aussi exposée. Le reste du chapitre présente une définition, les fonctionnalités, le déroulement et les résultats des expérimentations de chacune des composantes présentées dans l'architecture fonctionnelle. De plus, divers tableaux faisant la synthèse des travaux seront présentés.

## 6.1 Les utilisateurs et leurs besoins

Cette section présente les résultats d'une étude préliminaire conduite dans le but de mieux définir les besoins des divers utilisateurs de l'environnement logiciel de manière à faciliter et à encadrer les travaux expérimentaux de gestion de l'EI. Au travers d'une étude des profils et une classification de ces derniers, ils peuvent être classifiés comme faisant partie d'un des niveaux suivants :

- le niveau opérationnel qui se dit d'une unité exerçant une activité permettant la réalisation du bien ou le service qui concourt directement à l'atteinte des objectifs explicites de l'organisation;
- le « niveau tactique » qui regroupe les utilisateurs prenant des décisions consistant à jouer sur les moyens, à modifier les actions spécifiques pour s'adapter aux incidents de parcours en continuant à obtenir les avantages prévus sur le terrain;
- le « niveau stratégique » qui regroupe les utilisateurs assignant à chacun son rôle, sa place dans le dispositif, son type de développement et ses limites pour en tirer le meilleur parti. Ce niveau stratégique inclut un ensemble des stratégies coordonnées et convergentes ainsi que leurs possibles relations de subordination.

Le tableau 6.1 présente une synthèse des besoins des divers groupes d'intervenants incluant leurs responsabilités, leurs rôles et leurs besoins.

## 6.2 Architecture du système

Cette section présente les choix des architectures réalisées durant nos travaux. Nous relaterons d'abord l'évolution des architectures fonctionnelles du système en décrivant les principales composantes et les relations qui les unissent. Nous présenterons ensuite l'architecture technique qui présente les technologies et les approches utilisées pour mettre en place ces composantes.

Tableau 6.1 Responsabilités, rôles et besoins des intervenants

Rôles	Besoins
<b>Conseil d'administration (CA)</b> : Individus élus par les associés, les actionnaires ou les membres d'une organisation afin d'en guider la gestion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• veiller à ce que le CA s'acquitte de son mandat;</li> <li>• définir la mission, la vision, les buts (objectifs) de l'entreprise et veiller à leurs réalisations;</li> <li>• déterminer à quel rythme progressera l'organisation dans la réalisation de ses buts;</li> <li>• veiller à la gouvernance et à la gestion de l'organisation;</li> <li>• affirmer l'identité de l'organisation au sein de la collectivité;</li> <li>• défendre les intérêts collectifs de tous les membres de l'organisation;</li> <li>• contrôler la mise en pratique et le respect des solutions à appliquer pour atteindre les buts.</li> </ul>
<b>Administrateurs siégeant au CA</b> : Élus par les associés, les actionnaires ou les membres d'une organisation pour en guider la gestion.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• veiller à se munir d'un processus vigoureux de planification, d'un plan stratégique dynamique et définir des objectifs et critères d'évaluation du succès de l'organisation;</li> <li>• veiller à l'efficacité de la mise en œuvre des objectifs stratégiques de l'organisation;</li> <li>• fournir un apport créateur de valeur en veillant à l'efficacité de l'organisation et de la gouvernance de l'organisation;</li> <li>• veiller à ce que les intérêts collectifs de l'ensemble des membres soient pris en considération dans les décisions du CA;</li> <li>• veiller à ce que le CA tienne compte des intérêts du public dans ses décisions;</li> <li>• connaître l'état réel et la valeur globale de l'organisation;</li> <li>• mettre en place les mécanismes permettant d'assurer la pérennité de l'organisation.</li> </ul>
<b>Président directeur générale</b> : Responsable de la gestion des activités générales d'une entreprise ou d'un organisme.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• déterminer la philosophie;</li> <li>• voir à la gestion des politiques mises de l'avant par le CA;</li> <li>• approuver l'ensemble des rapports, plans, études et budgets à soumettre au CA;</li> <li>• recruter et évaluer les cadres supérieurs;</li> <li>• convoquer le CA, en présider les réunions, et se charger de l'exécution des décisions;</li> <li>• mettre en place une stratégie de gestion;</li> <li>• définir la structure organisationnelle (humaine et processus) ainsi que la culture;</li> <li>• assurer l'enrichissement des divers capitaux de l'organisation (financier, intellectuel);</li> <li>• assurer la mesure de la performance de l'organisation;</li> <li>• connaître l'état de l'environnement;</li> <li>• s'assurer de maintenir un haut niveau de compétitivité de l'organisation;</li> <li>• s'assurer que les mécanismes déployés répondent aux BI des gestionnaires.</li> </ul>
<b>Vice-président</b> : secondé le président-directeur général. Planifie et contrôle les activités sous sa responsabilité.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avoir un accès rapide à une information de gestion tactique et stratégique permettant une prise de décision efficace et garantir la réactivité liée;</li> <li>• mettre en place les programmes d'incitation;</li> <li>• assurer la gestion du CI de l'organisation.</li> </ul>
<b>Gestionnaire</b> : individus chargés de diriger (planifier, organiser, contrôler) les tâches exécutées par une équipe afin d'atteindre les objectifs.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réaliser les objectifs stratégiques à long terme conformément à la stratégie globale de l'organisation définie par le CA. Assurer la gestion stratégique;</li> <li>• gérer le CI de l'organisation;</li> <li>• permettre la mesure des performances de l'organisation;</li> <li>• permettre l'AC de l'organisation;</li> <li>• demeurer compétitif par la mise en place de divers types d'innovation;</li> <li>• être conscient de son environnement;</li> <li>• gérer, acquérir, transformer l'ensemble des informations nécessaires.</li> </ul>
<b>Personnel de production</b> :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• réaliser les produits logiciels;</li> <li>• supporter les produits logiciels.</li> </ul>

### 6.2.1 Architecture fonctionnelle

Le développement du présent environnement s'est fait de manière incrémentale en parallèle avec les expérimentations des divers modèles de gestion retenus dans nos deux SIO, ainsi que l'état de l'art, les uns venant enrichir les autres. Dans cette démarche trois versions marquent des étapes plus significatives dans cette évolution fonctionnelle du système :

1. La première version était axée sur la gestion stratégique et présentait plus une ébauche qu'un système réel;
2. La seconde version représente un environnement qui repose sur une base d'architecture technologique multi-tiers toujours axée sur la stratégie mais intégrant un lien direct et formel avec la gestion des PAC et du déplacement du paradigme d'indicateurs vers celui du BI et des PI;
3. La troisième évolution a été menée pour permettre à l'organisation de devenir intelligente en répondant aux caractéristiques de l'EI par l'utilisation systématique de savoirs, savoir-faire, savoir-être, dans les actions de tous les acteurs de façon à les rendre de plus en plus efficaces, à garantir la livraison des produits et à assurer la réactivité de la SIO dans une perspective de viabilité à long terme.

Dans la première version, développée pour être utilisée dans une approche Web reposant sur une BD relationnelle, l'emphase a été mise sur le SGS fondé sur l'approche du BSC mais dans une approche relativement statique de la gestion des perspectives et des scorecards. Les indicateurs sont codés directement par l'équipe de développeurs. Leur affichage est fait en fonction de l'utilisateur et seul l'administrateur a les droits nécessaires pour leur création et leur gestion. La gestion de l'amélioration se limite à la définition textuelle d'un projet selon une approche proche du Six Sigma auquel on a intégré un outil de statistiques qui réalise les fonctions de calcul essentielles. Il est apparu évident que l'on devait connaître la structure hiérarchique de l'organisation pour diffuser le BSC et les divers TB aux utilisateurs. Un système de modélisation de la structure de l'organisation humaine (SMSO) a été intégré pour déterminer les intervenants et ainsi afficher les différents scorecards ce qui permet de gérer

les informations, dont les rôles et leurs responsabilités sur les intervenants ainsi que les relations hiérarchiques des unités organisationnelles. La figure 6.1 montre les relations entre les diverses composantes de cette première version.

Suite à nos travaux dans les SIO, il est apparu évident que le développement de TB à la pièce devient très onéreux. Cette approche rend très difficile la mise en place et la gestion d'un réseau de TB et plus difficile l'utilisation des indicateurs croisés d'un tableau à l'autre. Ces expérimentations nous ont conduits à utiliser la norme ISO15939 (ISO15939, 2007) comme base pour la définition de nos indicateurs facilitant la réalisation d'une encyclopédie des indicateurs bien définie et de qualité permettant la réutilisation de tous les éléments. Deux composantes, soit le générateur et celui des réseaux de TB, ont aussi été intégrées à la conception mais aucun travail n'a été réalisé durant cette première version. Pour répondre spécifiquement aux besoins de formation liés à la perspective d'amélioration, un environnement d'apprentissage est incorporé offrant des formations en ligne aux divers intervenants.

Plusieurs modules ont alors été créés pour répondre aux besoins générés par l'informatisation de la gestion stratégique. D'abord, le SGC qui intègre tous les éléments nécessaires à la gestion documentaire. Notons qu'étant donné le niveau de confidentialité des données échangées dans cet environnement, la décision a été prise d'ajouter un ensemble d'outils de communication et de collaboration fermé. Ensuite, un système de supervision des activités d'affaire (SSAA) a été créé dans le but de pallier la difficulté pour l'humain de surveiller de manière continue un système. Cette composante permet, à partir d'une requête, de vérifier si la réponse se situe à l'intérieur de la cible définie. Selon le cas, un message est envoyé aux utilisateurs définis. De plus, un système de veille sur l'environnement organisationnel permet d'organiser et de conserver les résultats des recherches sur le web dans le but de déterminer des cibles liées à nos indicateurs. Finalement, la mise en place d'un BSC demande dans la perspective client de connaître, comme un des principaux indicateurs, le niveau de satisfaction de la clientèle. Une des approches est l'utilisation d'un outil logiciel de gestion de questionnaires. Cet outil permet la création et la modification des questionnaires tout en

les rendant disponibles sur plusieurs médias. La mise en place des différents indicateurs du BSC nous astreint à traiter un nombre important de données selon des horaires diversifiés et sur des environnements hétéroclites et nous a obligé à développer un SAAD. Cette composante assure la cueillette, la transformation lorsque nécessaire et l'entreposage.

La seconde version (figure 6.2) a été marquée par un changement important qui s'est traduit par le développement d'une plateforme basée sur une architecture multi-tiers intégrée facilitant le déploiement des nouveaux modules et leur intégration utilisant un module d'interface unique au travers d'un portail géré par un gestionnaire de contenu. Notre réflexion nous a porté à intégrer une structure plus riche pour la gestion des données soit un entrepôt de données qui a été lié à un système de gestion de base de données distribuée (SGBDD). Cette approche nous a poussé à assembler en un seul module toutes les composantes relatives aux données, soit le SAAD, le SSAA ainsi que deux nouvelles composantes, soit le système d'acquisition interactive des données qui cueille à la volée les données nécessaires dans les SGI et le système de forage des données qui récupère les détails des données lors des recherches exploratoires d'information des gestionnaires. La création d'un lien direct et formel entre la gestion de la stratégie et la gestion des PAC a mené à la création d'un système de gestion des PAC qui comprend trois composantes, soit la gestion des projets d'AC, la gestion d'un projet et la gestion d'un projet Six Sigma.

Le déplacement du paradigme d'indicateurs vers celui du BI et de PI, nous a conduits au développement d'un groupe de composantes (le gestionnaire de TB, le gestionnaire du réseau de TB (GRTB), gestionnaire du BSC et de l'innovation) appuyant le concept et l'ensemble des activités liées en assurant la création, la modification et l'affichage des PI. Ce groupe repose sur une encyclopédie des indicateurs qui permettra une gestion centralisée et une réutilisation des indicateurs dans les divers PI. Nous avons ensuite associé les diverses composantes spécifiques à chacun des PI. L'explosion des outils de support nécessaires au nouveau contexte nous a poussés à les regrouper dans un bloc. Dans la version précédente (figure 6.1), le SGC ne prenait en compte que la gestion documentaire; dans cette version une composante permettant la modélisation de la connaissance par une cartographie basée sur le

concept de carte sémantique a été introduite ainsi qu'une composante complexe permettant d'assurer la gestion des BP. Cet ajout nous a obligés à insérer dans le système de modélisation de l'organisation (SMO) des fonctionnalités pour prendre en compte la modélisation des processus.

La troisième version (figure 6.3) visait l'intégration des concepts et approches liés à l'EI afin de répondre aux caractéristiques qui assureront que l'organisation soit de plus en plus efficace et réactive en garantissant sa viabilité à long terme. Nous avons ainsi déployé des composantes logicielles qui assurent la gestion de la production de la SIO. Nos travaux nous ont permis de réaliser l'importance de l'innovation pour la SIO. Ce paradigme pousse à utiliser le SGS comme le phare de l'entreprise auquel on joint un SGM destiné à la mesure de l'organisation. Pour aider les intervenants à anticiper et à surveiller les divers aspects d'une SIO, un système distribué d'agents a été ajouté à l'environnement. Les modifications majeures du système portent sur la volonté d'automatiser au maximum la démarche de gestion des PI. La création et la gestion ont donc été séparées des systèmes responsables de leur affichage. L'intégration d'une composante de génération des PI nous a conduits à ajouter un moteur de génération des indicateurs au système intégré de données visant les outils de support regroupant tous les aspects de communication, collaboration et de formation.

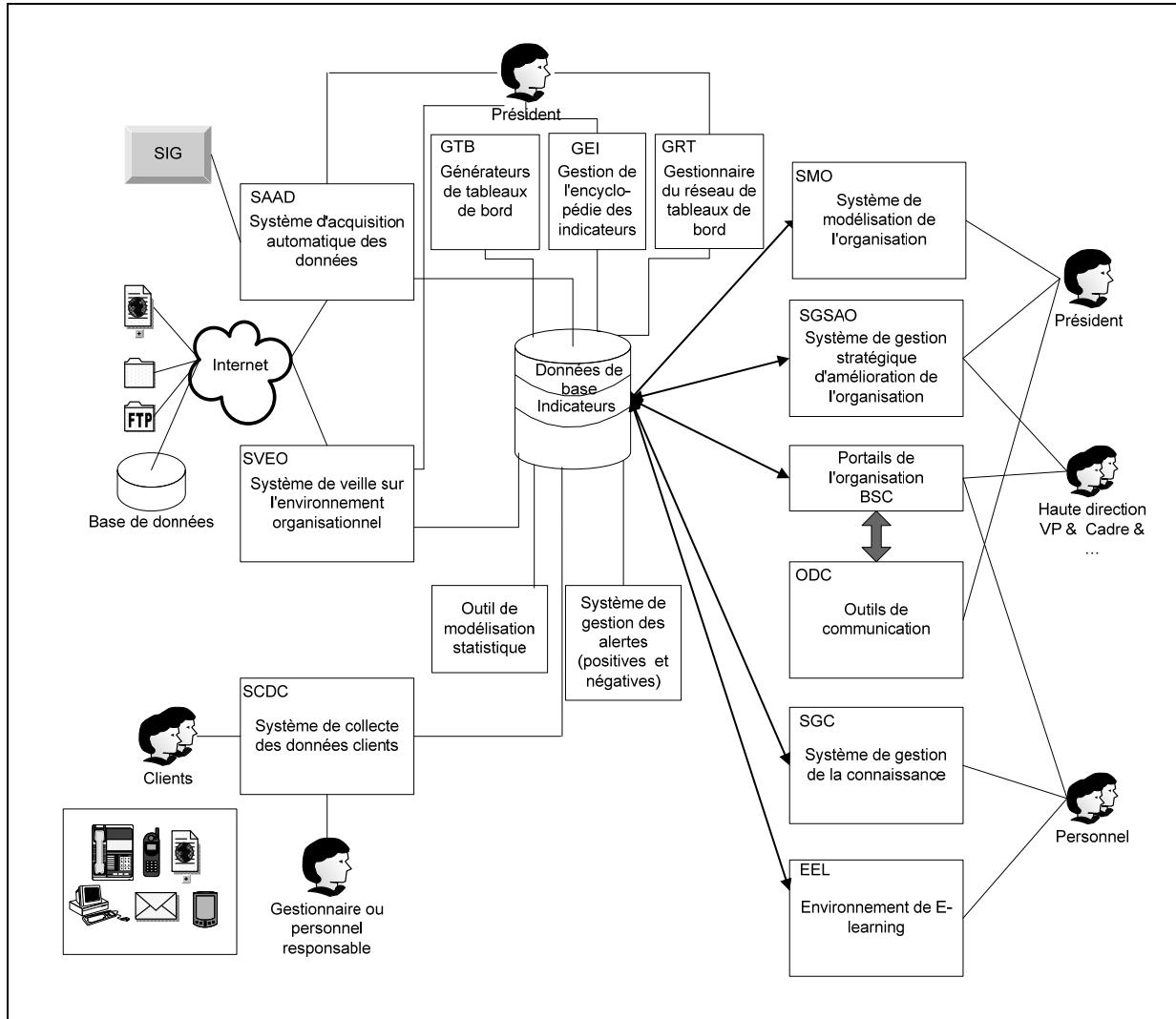


Figure 6.1 Première version de l'environnement logiciel de support à l'entreprise intelligente

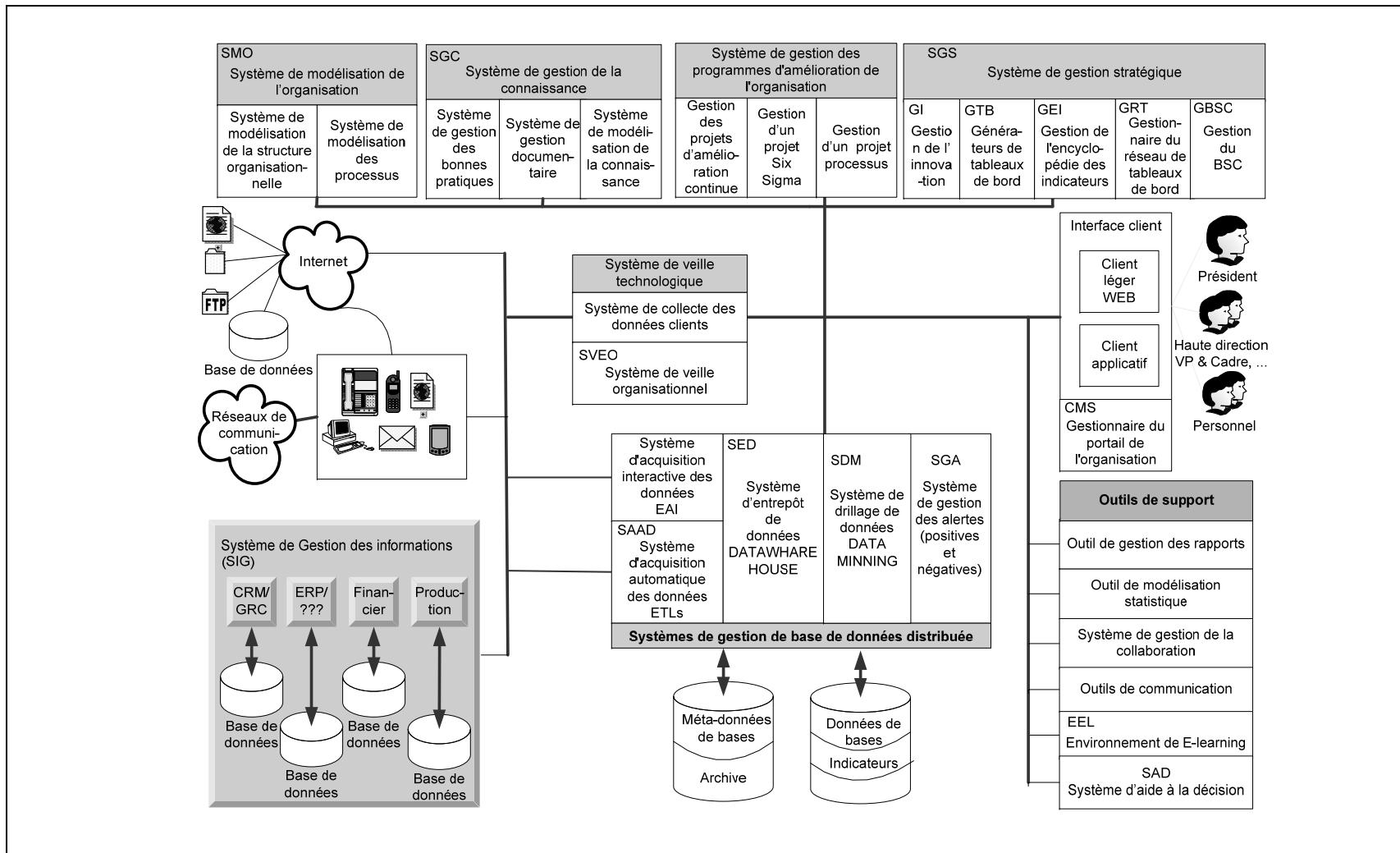


Figure 6.2 Deuxième version de l'environnement logiciel de support à l'entreprise intelligente

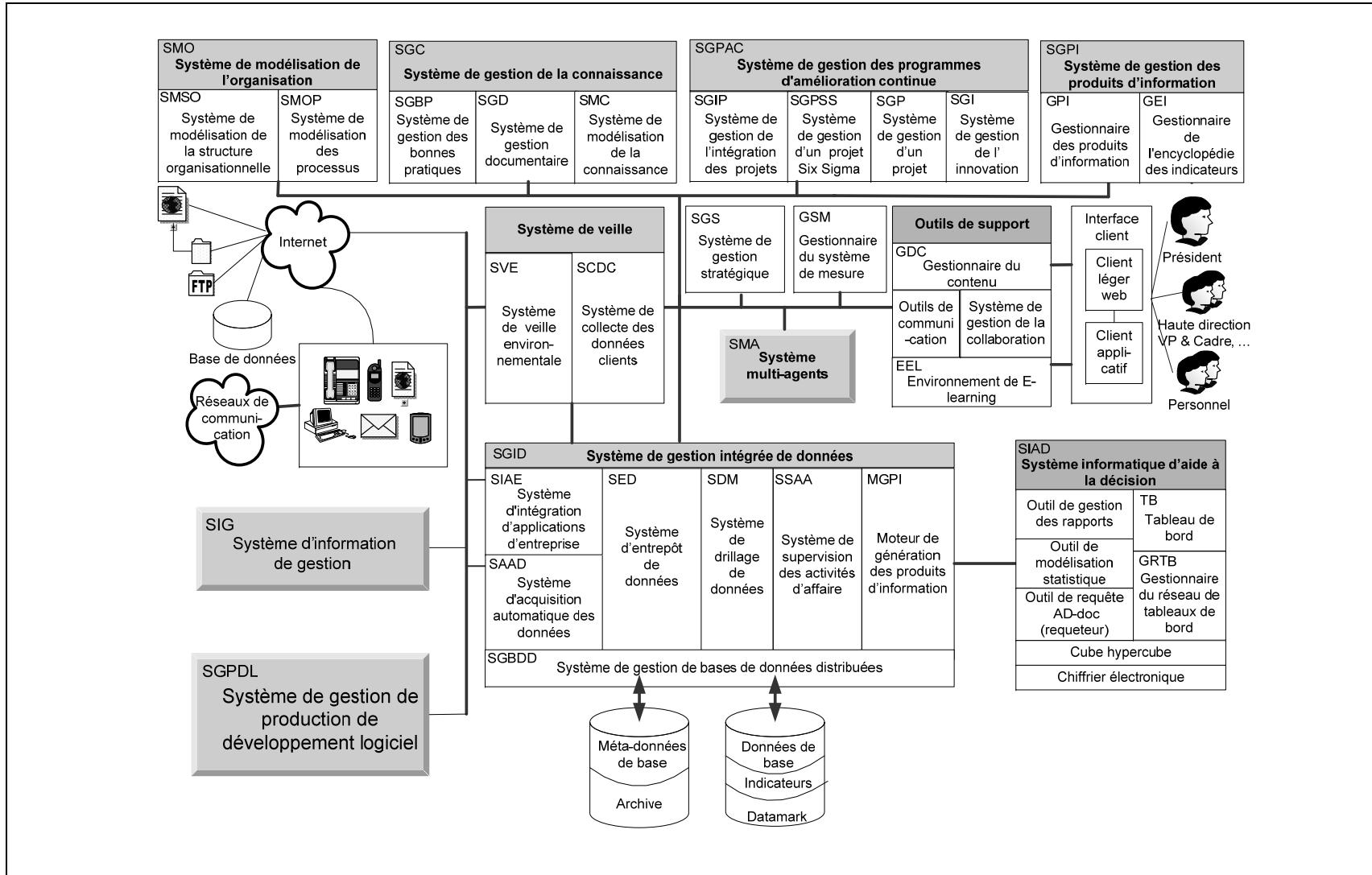


Figure 6.3 Troisième version de l'environnement logiciel de support à l'entreprise intelligente

## 6.2.2 Architecture technique

Le développement d'une plateforme pour la mise en place rapide d'applications logicielles s'inscrit dans une volonté d'amélioration de la compétitivité de la SIO par l'augmentation de la productivité. Un cadre d'application se définit comme étant un espace de travail modulaire, une ossature générale, et préconisera une architecture distribuée, constituée de bibliothèques logicielles et de conventions permettant le développement rapide. Il fournit des briques logicielles et impose suffisamment de rigueur pour pouvoir produire une application complète et facile à maintenir qu'il suffit d'adapter. Nous croyons que la réalisation d'une plateforme générique formée de composantes stables, testées, utilisant une architecture solide permettra, par la réduction du temps, des coûts de développement et de maintenance ainsi que l'amélioration de la qualité des livrables produits, de réaliser des économies importantes tout en assurant de répondre mieux aux besoins. Le cadre d'application est basé sur la notion d'item, un objet générique et flexible qui est la représentation logique d'un document, fichier, courriel ou autre et qui est stocké dans la BD de l'application. Les items constituent la base du système : ce sont les objets qui contiennent les informations partagées par les outils développés à partir du cadre. Le développement d'une nouvelle application à partir du cadre revient à se concentrer sur les aspects opérationnels de l'application, ce qui permet un gain de temps. Outre la notion d'item, le cadre d'application fournit surtout un ensemble de fonctionnalités ou services tels que présentés dans le tableau 6.2.

Tableau 6.2 Fonctionnalités du cadre d'application

Fonctionnalités	Description
Interface	Fournit une structure d'interfaces standards sous forme d'onglets et d'arbres. Il permet le multi-langue, le multi-scan et la personnalisation selon les utilisateurs. Il offre la possibilité pour l'utilisateur d'utiliser une interface client ou web similaires.
Plateforme de communication	Gère les appels distants des objets entre les parties client et serveur grâce à sa plateforme de communication basée sur le protocole IRC. Cette approche permet la communication dans et entre les composantes permettant la collaboration entre les utilisateurs.
Persistance des objets	Intègre les mécanismes de gestion de la persistance des données, gestion qui peut s'avérer rapidement complexe et coûteuse à écrire.
Sécurité	Gère la sécurité et les droits d'accès des utilisateurs.

Le cadre d'application a été développé en Java, sur une architecture d'entreprise multi-tiers (Java Enterprise Edition) basée sur une technologie d'appel de procédures distantes utilisant le protocole de communication IRC, présentée à la figure 6.4, pour mettre en relation les utilisateurs au travers de différents canaux supportant ainsi les montées en charge et facilitant la collaboration. La principale raison est que le protocole IRC offre ce que l'on appelle des « chambres de discussion » (chat-rooms) ou encore canaux. Or, on retrouve la notion de groupe d'utilisateurs dans le cadre d'application et celui-ci exploite cette notion de regroupement pour que chaque application du cadre soit administrateur de sa propre chambre. Ainsi lorsqu'un utilisateur se connecte via l'authentification, on détermine sur quelles applications celui-ci a les droits d'accès. Ces applications l'inviteront alors à joindre la chambre, lui donnant ainsi la possibilité de communiquer avec l'application. Si une application est amenée à envoyer des messages généraux ou si elle doit être mise à jour, un message sera envoyé dans la chambre même et tous les clients recevront les mises à jour.

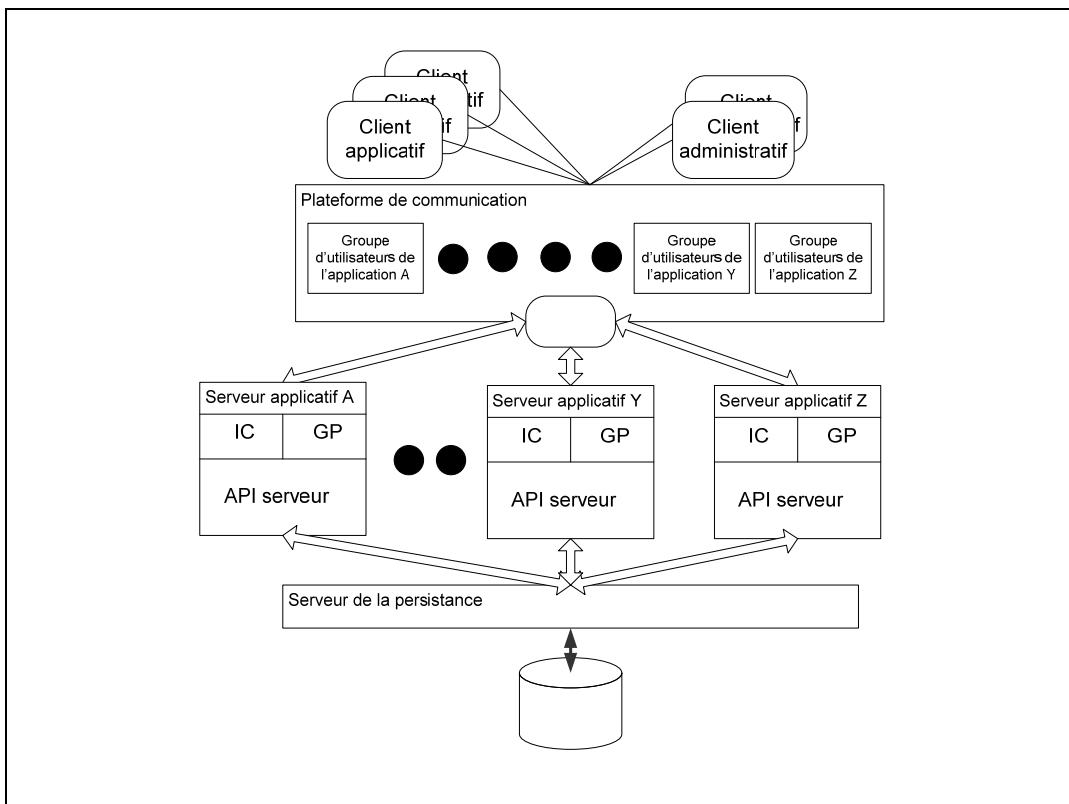


Figure 6.4 Architecture technique du cadre d'application

### 6.3 Déroulement général du projet

Comme présenté dans le chapitre 1 dans la section sur la méthodologie, l'approche retenue pour les travaux de développement logiciel suivra une exécution du travail expérimental selon une approche en spirale qui s'assure de l'évolution continue basée sur l'approche des PU. Chaque cycle de développement fait appel à quatre cadrans :

1. La définition,
2. La planification,
3. L'analyse du risque,
4. Le reengineering.

Chaque étape de prototypage inclut un cycle qui conduit à la résolution de l'incertitude et à la réalisation de plusieurs prototypes. L'annexe IX, présente sous forme de tableau une description des phases et des activités communes à l'ensemble des expérimentations ainsi que l'ensemble des étapes réalisées pour chaque expérimentation.

### 6.4 Description des composantes

Cette section présente les diverses composantes présentes dans la description fonctionnelle précédente. Pour chacune de ces composantes, après une brève introduction du sujet, nous décrivons les principales fonctionnalités nécessaires pour supporter les besoins attendus de la composante par l'environnement de l'EI. Nous présentons ensuite une description des aspects spécifiques de l'architecture retenue. Nous complétons la présentation par une description du déroulement des activités et une synthèse des résultats du projet de recherche.

#### 6.4.1 Système de modélisation de l'organisation

Une organisation s'appuie sur trois structures fondamentales pour exister. La structure physique qui est l'organisation des lieux et des espaces de travail, la structure humaine qui présente les responsabilités, les rôles et les relations d'autorité entre chacun des individus et

la structure des processus qui représente la manière de réaliser le travail. Dans le présent contexte nous n'avons pas porté d'intérêt à la structure physique.

Ces structures sont importantes pour savoir comment sont mis en relation les éléments qui les composent et comment sont répartis les facteurs de production. Elles constituent la base de la gestion sur laquelle repose l'organisation, en assurant ainsi la pérennité. Ces informations sont essentielles pour la mise en place des autres composants du système et pour permettre son AC. Ces efforts impliquent des modifications importantes des façons de faire, donc des flux de travail. L'optimisation d'un processus est réalisée par l'optimisation de ces flux. Il est donc essentiel de modéliser et d'automatiser leur gestion pour atteindre la rapidité d'exécution. Deux composantes sont donc nécessaires pour prendre en charge ces fonctionnalités : le SMSO et le système de modélisation des processus (SMOP) et sont présentées dans le reste de la section.

#### 6.4.2 Système de modélisation de la structure organisationnelle (SMSO)

Un système de modélisation de la structure organisationnelle (SMSO) devra permettre de représenter sous forme d'organigramme la structure d'une entreprise, avec notamment la liste des structures hiérarchiques et les responsables de chacune de ces structures. Les fonctionnalités principales sont décrites dans le tableau 6.3.

Tableau 6.3 Fonctionnalités du système de modélisation de la structure organisationnelle (SMSO)

Fonctionnalités	Description
Gestion de la structure d'entreprise	Possibilité de créer une ou plusieurs structures organisationnelles composées d'un ensemble d'individus.
Affichage	Une ou plusieurs représentations graphiques (râteau, vertical, bloc, etc.) sont associées à la structure organisationnelle créée.
Détail	Accès à toutes les informations concernant un individu (nom, photo, fonction, etc.).
Processus de flux de travail	Les processus associés aux individus doivent être présentés ainsi que les personnes impliquées dans un flux de travail.

Notre étude nous a montré qu'il existe quelques logiciels sur le marché qui répondent aux fonctionnalités présentées précédemment. Les solutions propriétaires (annexe III) prennent en compte les différents niveaux hiérarchiques de l'organisation, et proposent un organigramme graphique avec les fonctionnalités de création, d'affichage et d'intégration de scénarios de flux de données utilisant un navigateur web ainsi que la possibilité d'export dans divers formats. Dans le code ouvert, les solutions proposées (annexe III) restent plus génériques et moins abouties du point de vue des fonctionnalités, avec notamment l'absence d'intégration de flux de travail. Nos tentatives pour intégrer ces applications avec nos composantes se sont avérées difficiles, notamment pour les aspects de structure organisationnelle incluant la gestion des flux de travail. Un module a été développé permettant d'intégrer la structure de l'organisation ainsi que la définition des postes et des unités organisationnelles dans le logiciel Voilà.

#### **6.4.3 Système de modélisation des processus (SMOP)**

Le système de modélisation des processus (SMOP) doit supporter l'ensemble des informations entourant la gestion des processus incluant la documentation, la gestion des structures hiérarchiques et l'organisation longitudinale de cette hiérarchie. Les fonctionnalités attendues d'un SMOP sont décrites dans le tableau 6.4. Après l'identification des besoins, notre projet a porté sur une étude des solutions existantes. Celle-ci nous a permis de trouver une multitude de moteurs de gestion de flux de travail permettant d'exécuter diverses instances autant dans les solutions propriétaires que dans les solutions libres (annexe III). Notre choix s'est porté sur le logiciel open-source Bonita (annexe III) qui en plus de s'adapter aux besoins spécifiques de l'organisation présentait l'avantage d'être très flexible grâce à une architecture Java Enterprise Edition et de répondre à l'ensemble des fonctionnalités souhaitées pour interagir avec des SI hétérogènes tout en étant capable de gérer la montée en charge. Malgré une interaction difficile avec les logiciels utilisés dans le flux de travail, la mise en place au sein des SIO a été très satisfaisante.

Tableau 6.4 Fonctionnalités de système de modélisation des processus (SMOP)

Fonctionnalités	Description
Documentation du processus	Assure une description plus ou moins détaillée ou structurée des activités réalisées, des responsables de leurs réalisations et de la description des flux de travail.
Suivi des tâches	Permet la définition des tâches (activités) à accomplir et des acteurs impliqués.
Suivi des performances	Permet le suivi des performances des processus et de vérifier les délais de réalisation.
Éditeur graphique	Permet de créer graphiquement les flux de travail en définissant les différentes activités, les liens entre celles-ci et d'assigner les personnes aux tâches.
Gestion du flux de travail	Permet de créer, de gérer les différentes activités de l'entreprise. Elle permet d'identifier les activités en cours, les tâches et de les distribuer aux ressources tout en contrôlant l'état d'avancement et de préciser le travail effectué. La réalisation d'un flux se décompose en étapes qui devront être supportées par le logiciel.
Mode de simulation	Permet diverses simulations des performances de manière à juger de la performance ou de l'efficacité des flux de travail.
Mode de validation	Permet la définition des flux de travail avec des transitions qui permettent de passer d'un état modifiable à un autre, nécessitant une validation.
Gestion de la hiérarchie	Assurer la capacité de gérer la hiérarchie des processus (macro processus, processus, activités et tâches).

#### 6.4.4 Système de gestion de la connaissance (SGC)

Les présents travaux portent sur l'expérimentation pour l'éventuel développement d'un système prenant en charge l'ensemble des activités entourant la GC. La GC concorde avec « la gestion des savoirs individuels et collectifs de l'entreprise, dans le but d'obtenir une vision claire des compétences et des connaissances » (BI et F.R.A., 2001). Le système de gestion de la connaissance (SGC) devra être basé sur le regroupement d'outils fonctionnant de manière autonome tout en étant totalement intégrable. Les technologies SGC sont aussi concernées par des sous domaines tels que la recherche et l'importation de données, l'indexation avec des moteurs de recherche des documents, la cartographie de la connaissance et le travail collaboratif. Il existe plusieurs manières de formaliser les connaissances, avec notamment trois grandes familles de systèmes répondant chacune à un aspect particulier (BI et F.R.A., 2001). Nous avons donc divisé en trois groupes les besoins de GC correspondantes aux trois grandes composantes présentées dans le reste de la section.

## **Système de gestion des bonnes pratiques (SGBP)**

Les travaux sur le système de gestion des bonnes pratiques (SGBP) tentent de répondre à la problématique de systématiser la gestion des BP dans l'entreprise. Cette tâche fondamentale de l'EI passe par la nécessité de la définition, de la distribution, de l'utilisation et de l'évaluation de la BP dans la pratique quotidienne. Elle doit être coordonnée avec les processus mis en place et les flux de travail. Nos études de marché ne nous ont pas permis de découvrir d'outil logiciel, nous avons donc décidé d'entreprendre une série d'expérimentations sur ce sujet.

### **Présentation de la fonctionnalité recherchée**

Le SGBP doit accompagner les personnes dans l'ensemble du cycle de vie de la BP en cherchant à optimiser la qualité du travail et, par la suite, à favoriser l'évolution de la base des savoirs. La finalité recherchée est la transmission à la bonne personne, au bon moment, de la bonne manière de faire une tâche ou de réaliser un processus. La gestion des BP traite non pas d'information mais de connaissance, elle s'inscrit généralement dans une démarche qui vise également la gestion des compétences qui est la mise en application des connaissances dans un contexte spécifique (résolution de problème, décision, action). Le SGBP est « un ensemble de modes d'organisation et de technologies visant à créer, à collecter, à organiser, à stocker, à diffuser, à utiliser et à transférer la connaissance dans l'entreprise » (CIGREF, 2010). Le système sera aussi utilisé pour classifier en diverses catégories les BP tout en permettant de référencer les bons exemples de leur utilisation. Ces connaissances seront concrétisées par les documents et les expériences des collaborateurs d'un domaine.

### **Présentation de l'architecture fonctionnelle retenue**

La figure 6.5 présente l'architecture du SGBP issue des résultats des expérimentations, qui sont décrites en annexe IX. On notera d'abord en haut le système de modélisation organisationnel qui permet au gestionnaire de préciser les éléments structurels de

l'organisation. On retrouve ensuite au centre l'entrepôt des connaissances qui sera intégré à l'ED de l'environnement de l'EI et contiendra sous format électronique, les connaissances et les BP.

On retrouve ensuite à la figure 6.5, à gauche, juste en dessous, le système de diffusion des BP, ou centre des BP, qui assure que les utilisateurs auront en main les informations pertinentes, exactes, à jour dans une approche concise et conviviale pour réaliser les diverses tâches qui leur sont confiées. Le centre des BP veut favoriser l'établissement de SIO dynamiques fondées sur le travail en équipe. Il comprend une composante de diffusion qui permet aux employés d'avoir accès via une interface dotée d'outils de recherche très sophistiqués aux BP. La seconde composante permettra de fournir à l'utilisateur des BP, directement au travers de l'application logicielle qu'il utilise pour réaliser sa tâche, d'une manière transparente dans une approche sensible au contexte grâce à une technologie qui pousse l'information vers l'utilisateur sans demande de sa part. EPSS permet aux utilisateurs d'accéder en temps réel à des informations ou des conseils au moment où ils exécutent leurs tâches. Il est aussi une méthode puissante d'apprentissage par la pratique : acquisition, intégration et application de nouvelles connaissances se produisent en même temps au même endroit. Le système devra être personnalisé, intelligent et comprendre les besoins des utilisateurs en fournissant « selon le contexte » l'information ou l'application exacte requise pour exécuter la tâche.

Du coté droit de la figure 6.5, on retrouve le système automatique de gestion des BP. La première composante de ce groupe assurera l'acquisition automatique des BP en amassant l'information nécessaire, triera et créera une BP à partir des informations contenues dans le dépôt des connaissances. La seconde composante permettra l'évaluation des BP de manière à juger de leur pertinence. La coordination de ces deux modules pourrait éventuellement assurer la maintenance automatique des BP. La composante d'aide à la gestion des BP permet au gestionnaire des BP de créer, de mettre à jour, de détruire et de ces indexés. La composante de GC permettra la cartographie de la connaissance de la SIO dans le contexte des BP valorisant ainsi la CI.

## Déroulement et synthèse du sous-projet de recherche

Notre projet de SGBP visait une automatisation complète de la gestion des BP dans tout le cycle de vie dans l'ensemble de l'organisation. Il paraît difficile d'atteindre cette cible dès les premières phases du projet; nous avons donc opté dans un premier temps pour un système d'aide à la gestion des BP intégré à une base de connaissances (BC) utilisant la structure du SWEBOK (Abran et Moore, 2001). Les travaux n'ont pas permis de lever ces incertitudes technologiques relatives à ce système mais des projets de solution et la clarification des problématiques ont été réalisés. Le déroulement et les résultats des cinq phases significatives des expérimentations sont présentés dans le tableau-A IX-22 en annexe IX.

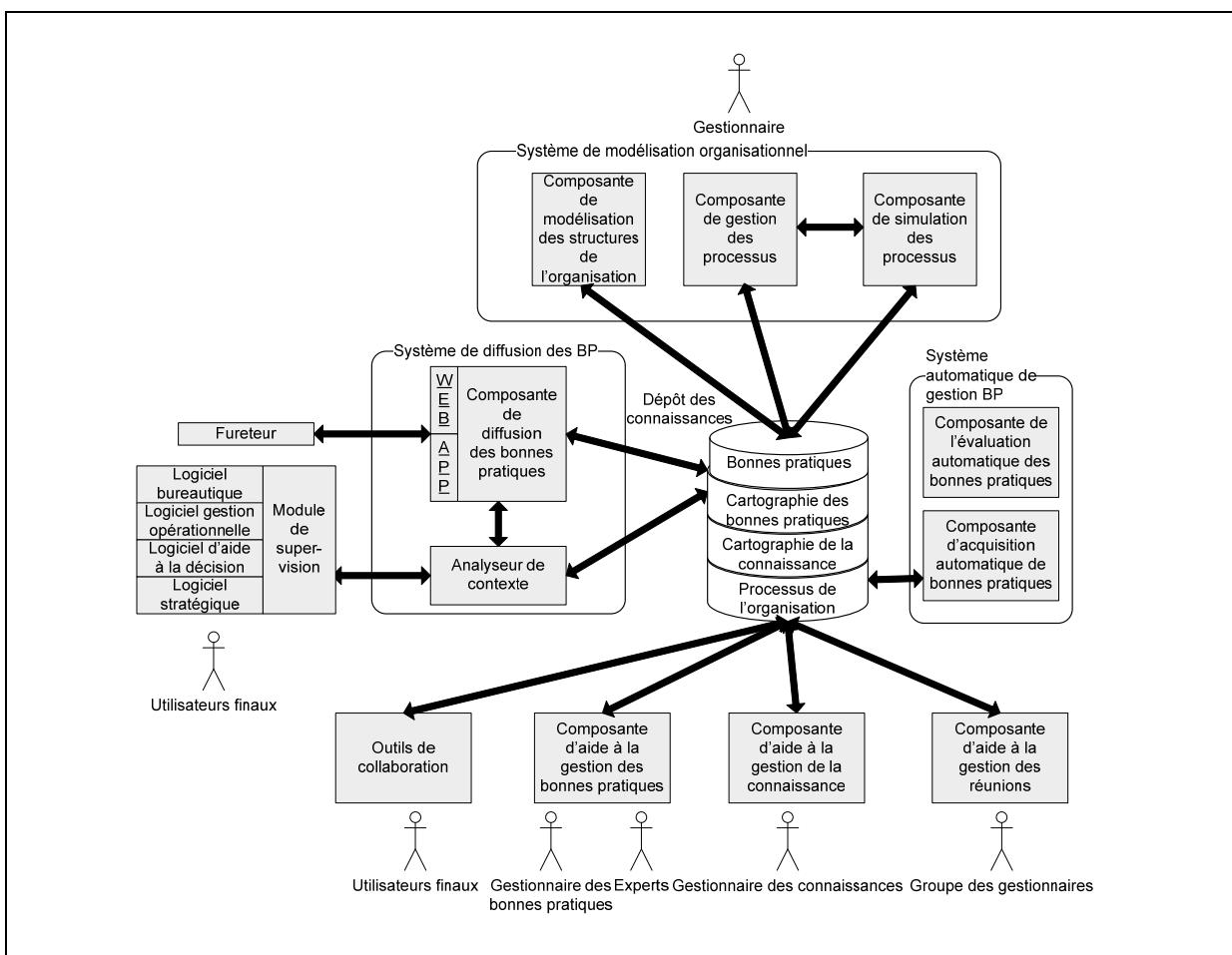


Figure 6.5 Diagramme du système de gestion des bonnes pratiques (SGBP)

#### **6.4.5 Système de gestion documentaire (SGD)**

Le système de gestion documentaire (SGD) comprend deux volets : la gestion des documents et la gestion de leurs contenus, la connaissance. Il permet le support logiciel à ces activités. D'abord la gestion électronique des documents (GED) définit « un procédé informatisé visant organiser et gérer des informations et des documents électroniques au sein d'une organisation » (CLEMI, 2010). Il implique des systèmes d'acquisition (indexation et numérisation), de classification, d'entreposage, d'archivage et diffusion des documents qui sont aussi les quatre phases principales de la GED. La GED contribue aux processus de collaboration, de capitalisation et de partage d'informations en permettant le suivi de la circulation de documents au sein d'espace de travail découlant du cycle de vie du document. Des algorithmes statistiques de pertinence sont nécessaires à la GED pour classer et retrouver les documents. La gestion documentaire des connaissances fait référence à l'information pertinente contenue dans un document nécessaire à la prise de décision ou au soutien des processus d'entreprise. Les documents textuels sont et continueront d'être le moyen principal pour la communication ainsi que la création, la collecte et la diffusion de connaissances au sein des entreprises. Les connaissances contenues dans les documents constituent l'atout le plus précieux de pratiquement toute activité d'entreprise. Pourtant, il devient de plus en plus difficile de gérer et de diffuser des connaissances au sein d'une entreprise. Les connaissances générées par les employés de l'ensemble d'une entreprise devraient être automatiquement archivées et indexées, indifféremment de l'application ou de la plate-forme ayant créé le document. On doit aussi posséder un logiciel qui permet de récupérer facilement les documents pertinents à une tâche définie ou nécessaires aux divers gestionnaires.

La disparité technologique, de contenu et de forme est la raison primordiale pour laquelle la gestion et la diffusion de documents est difficile car elle est construite ou élaborée à partir d'éléments fondamentalement différents et souvent incompatibles. Pour cette raison, les employés peuvent difficilement trouver, envoyer, assembler ou utiliser les connaissances pour soutenir les processus d'entreprise. Il est démontré que les données et les fichiers peuvent être suivis et stockés plus facilement à l'aide d'une solution de GED, mais on

démontre également que peu d'efforts ont été réalisés pour améliorer la gestion et la diffusion des connaissances (Chaumier, 2006). Pour en extraire les connaissances et les informations pertinentes, les systèmes de recherche sont inappropriés pour rechercher le contenu pertinent car très limités et longs. Les fonctionnalités du SGD sont présentées dans le tableau 6.5.

Tableau 6.5 Les fonctionnalités du système de gestion documentaire (SGD)

Fonctionnalités	Description
Accès aux documents	Tout document doit être visualisé et manipulé depuis n'importe quelle plate-forme, application ou périphérique avec l'assurance qu'il est reproduit avec fidélité. Ce qui inclut la localisation, la récupération, la diffusion. La dépendance du programme auteur pour ce qui concerne la visualisation, ou la manipulation est un problème évident.
Distribution	S'assurer de connaître les personnes qui ont accès aux divers documents et de leur permettre de le recevoir les mises à jour selon le calendrier de publication.
Collaboratif	Partageant l'accès, la création et la modification des documents de manière distribuée.
Versions	Qui donnent le statut ainsi que les diverses modifications d'une copie des documents, de l'accès, historique (de qui a fait quoi) fusion, copie de sauvegarde et la bibliothèque.
Accès ciblés	Être en mesure d'accéder directement dans un document aux pages ayant un intérêt.
Pérennité des documents	Implique l'archivage ou la période de rétention. La capacité de récupérer tout document, indifféremment de sa plate-forme ou de son origine (logiciel comptable, statistiques, etc.) est une obligation.
Récupération	Permet d'être en mesure de récupérer les documents en cas de désastre.
Sécurité	Seules les personnes ayant accès au contenu ou une partie y auront droit.
Flux des documents	Assure le contrôle du cheminement d'un document dans son cycle de vie incluant les autorisations de diffusion et d'archivage. Vérification de la qualité et de l'intégrité.
Méta-données	Permet d'avoir des informations générales sur le document telles que la date, l'identité de l'auteur, les évolutions du document, sa taille, etc.
Intégration	Permet la fusion de documents en un seul quelque soit la granularité.

Nous décrivons maintenant l'architecture fonctionnelle choisie (figure 6.6). Quatre modules (gestion des versions, gestionnaires des documents, du flux des documents et sécurité des documents) constituent le cœur du système. Ces modules sont liés à l'outil du module d'affichage et au système de gestion de base de données. Le système fournira un accès dynamique à des événements d'apprentissage, gabarits, outils, objets de réutilisation, documents hypertexte, documents texte, exemples, listes de tâches à exécuter et experts en la matière.

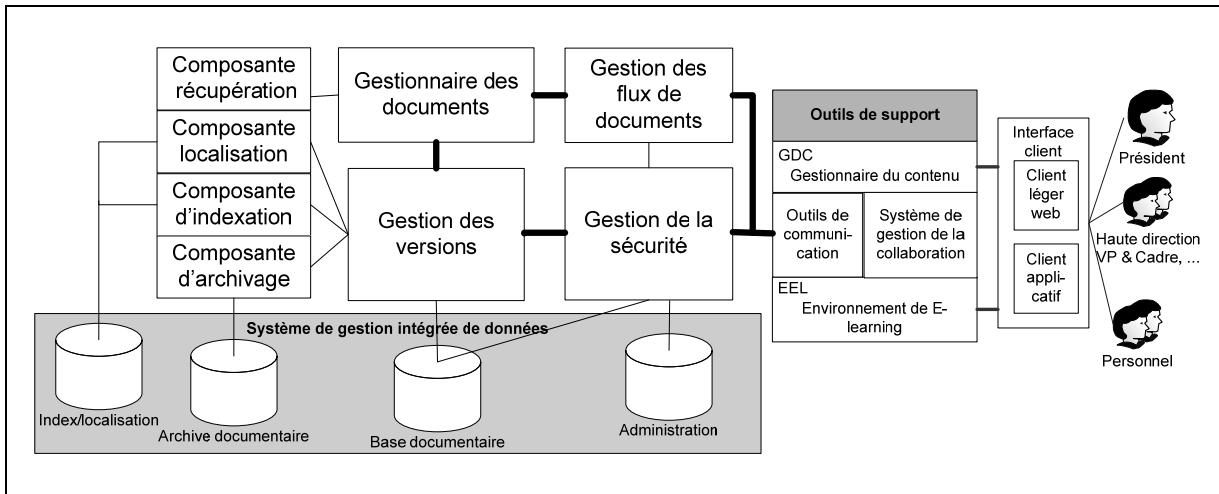


Figure 6.6 Diagramme du système de gestion documentaire (SGD)

Le marché de la GED et de la gestion de contenu atteint en 2008 1,1 milliard d'euros, ce qui représente une progression de 8 % (Serda, 2009). Il existe donc une multitude de solutions sur le marché pour la SGD de plus en plus évolutifs et relativement complets qui permettent d'extraire les informations et d'interpréter automatiquement des documents ou certaines de leurs zones. Des travaux se continuent pour améliorer les algorithmes d'indexation, de compréhension et leurs interprétations de textes. Nos expérimentations sur les produits existants ont d'ailleurs montré l'efficacité de ces produits. Par contre, l'accès à des parties de document selon les besoins de l'utilisateur ne fait pas partie de l'offre actuelle du marché et l'analyse automatique des contenus n'est pas assez développée. Ceci est nécessaire pour notre environnement particulièrement lors de la génération automatique des connaissances et la gestion des BP. L'intégration de ces pratiques aux logiciels expérimentés s'est avérée extrêmement difficile conduisant à une série de nouvelles expérimentations. Quatre volets furent alors réalisés. Le premier a porté sur la bibliothèque électronique et comprenait deux cycles. Le second, qui comprenait deux cycles, a permis d'examiner l'appropriation du CI. Le troisième volet a exploré l'appropriation de la connaissance de manière automatique. Le tableau-A IX-23 de l'annexe IX présente les expérimentations et les résultats de façon détaillée.

## 6.5 Système de modélisation de la connaissance (SMC)

La gestion des connaissances est un domaine majeur pour les entreprises à fort CI comme les SIO. Ceci les conduit à modéliser la connaissance de manière à l'utiliser dans des tâches. Concrètement dans notre contexte, ceci signifie qu'avec un concept abstrait et non formalisé, on arrive à transcrire les idées dans un langage ou un graphique formalisé afin de les transmettre à autrui. Le problème que l'on rencontre aujourd'hui n'est plus tellement l'archivage ou l'indexation des informations mais plutôt celui de l'accès à travers une compréhension globale reposant sur les connaissances de l'entreprise. Une des solutions consiste à amplifier les capacités de la personne en s'appuyant sur la métaphore des cartes ou réseaux sémantiques, qui est un bassin d'informations composé de nœuds, représentant les différents types d'informations, inter-reliées par des pointeurs qui représentent le type de relation entre deux nœuds. Ce qui nous intéresse ici est la cartographie sémantique, c'est-à-dire l'activité de visualisation des informations et des connaissances d'une organisation en tenant compte des activités, de la sémantique et du profil de l'utilisateur. Avant de présenter les fonctionnalités de notre système, notons qu'il existe une branche du « knowledge management » que l'on appelle l'ontologie, souvent assimilée, à tort, au terme base de connaissance. Cet aspect ne sera pas abordé par la suite. Le tableau 6.6 décrit les fonctionnalités du système de modélisation de la connaissance (SMC).

Tableau 6.6 Fonctionnalités du système de modélisation de la connaissance (SMC)

Fonctionnalités	Description
Gérer la terminologie	Un dictionnaire des définitions des objets de la connaissance doit être disponible pour faciliter la compréhension des termes propres au domaine. La terminologie s'intéresse à la structure, au développement, à l'usage et à la gestion des données terminologiques.
Extraction des connaissances	Le savoir-faire ou la connaissance des personnes doit être collecté afin d'être mis à disposition, sous forme d'informations, à d'autres personnes.
Acquisition des connaissances	Les informations recueillies doivent être transformées en connaissance par des personnes par divers moyens.
Gestion graphique de la connaissance	Permet de gérer les graphes sémantiques pour représenter les connaissances, avec notamment une représentation des types et des relations entre elles.

Nous présentons à la figure 6.7, les grandes composantes formant l'architecture d'ensemble du SMC.

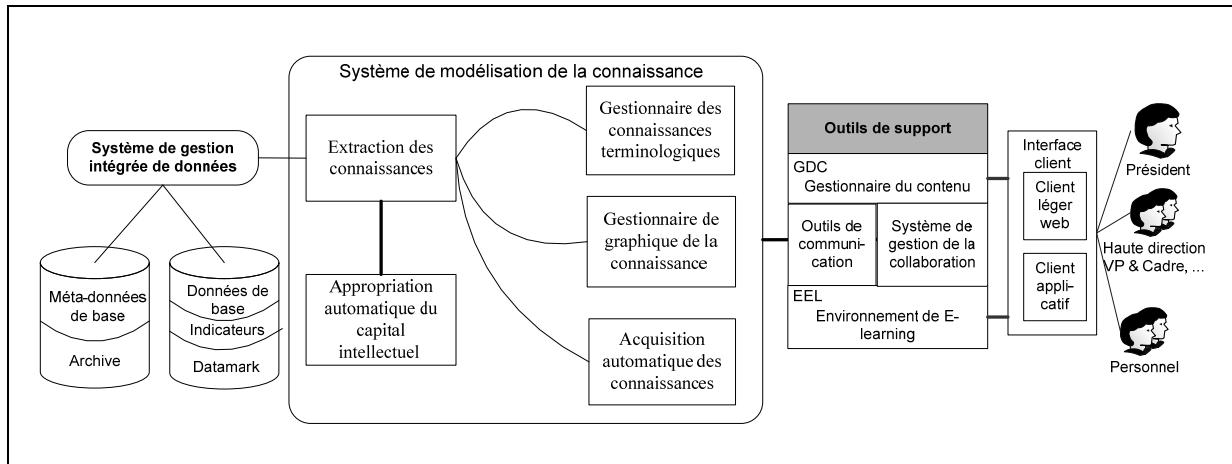


Figure 6.7 Architecture du système de modélisation de la connaissance (SMC)

### Déroulement et synthèse du sous-projet de recherche

Sur le marché des SMC, on trouve plusieurs catégories d'outils en fonction du domaine couvert, à savoir les outils d'accès aux connaissances (annexe III), les outils de gestion des processus (annexe III), les outils de cartographie sémantique (annexe III), les outils de publication collaborative (annexe III), les espaces de travail collaboratif, les outils de localisation d'expertise. La tendance est d'aller vers une convergence des technologies et d'avoir des solutions intégrées plus complètes dans l'environnement de travail, regroupant l'ensemble des aspects de la GC. Il existe également des logiciels open-source écrits en Java (annexe III). Pour les mêmes raisons que le SGD, nous avons réalisé le développement d'une application répondant à nos besoins. Le tableau 6.7 présente les particularités des activités de recherche réalisées dans le cadre du SMC.

Tableau 6.7 Description des composantes du système de modélisation de la connaissance (SMC)

Modules	Description
De gestion de graphe conceptuel	Composante permettant la gestion d'un graphe biparti étiqueté par les concepts et relations conceptuelles entre ces concepts.
De gestion du référentiel des connaissances	BC qui soutient un environnement d'acquisition, de stockage et de publication de la connaissance dans des formes facilement assimilables assurant une rigoureuse uniformité entre les différentes versions. Permet aux organisations d'adapter leurs connaissances-procédures à des projets et tâches précises. Cette base crée automatiquement des liens intelligents entre les concepts clés et les éléments de contenu grâce auxquels il est possible de rechercher rapidement des mots clés dans un document, de faire automatiquement des révisions et des mises à jour. Il constitue un outil qui permet de saisir et de structurer plusieurs types de connaissances : méthodes, processus, BP, documentation technique et connaissance de l'industrie.
Base de connaissances scientifiques et techniques	Regroupe et organise des connaissances descriptives, fonctionnelles sur le comportement et prescriptives sur l'achèvement et la caractérisation des entités (Sherpa, 1999). Les connaissances formalisées sont liées à des connaissances de nature textuelle et terminologique afin de procéder à leur justification et de les commenter. La conception des mémoires techniques dans les milieux industrielles est possible par le biais de BC d'envergure fabriquées dans une démarche coopérative et incrémentale.
Appropriation automatique du CI	Développement d'un modèle intégrateur s'appuyant sur les concepts d'IC et d'OA. Il permettra d'acquérir automatiquement les connaissances pour les intégrer aux BC. L'étape consécutive consiste à gérer la connaissance. L'objectif est d'appliquer rapidement les connaissances au travail à exécuter, accéder aux connaissances plus rapidement, les mettre à la disposition de personnes, les mettre à jour et les améliorer plus aisément.
Cartographie du CI	Permet d'offrir aux utilisateurs du SGC une vision schématique de la connaissance basée sur un modèle.

### 6.5.1 Système de gestion des programmes d'amélioration continue (SGPAC)

Le système de gestion des programmes d'amélioration continue (SGPAC) permet d'automatiser la gestion de l'AC mise en place par l'organisation pour assurer une gestion intégrée de ses projets. Il est en relation directe avec le SGS par le lien qu'il assume avec les initiatives. Ce système regroupe trois composantes : la gestion des projets dans une approche intégrée donnant une vue globale du déroulement des projets aux gestionnaires, la gestion d'un projet et des projets spécialisés comme le Six Sigma en cours de la SIO.

### **Système de gestion de l'intégration des projets (SGIP)**

Le système de gestion de l'intégration des projets (SGIP) permet d'assurer le bon fonctionnement de plusieurs projets en intégrant les aspects de planification, de budget, des risques et de la qualité. Cette situation dans une SIO implique de nombreux acteurs dont on doit assurer une intégration. Les fonctionnalités minimales attendues pour un tel système sont les suivantes : la coordination des processus qui assure que les projets utilisent des processus, des normes et des approches similaires ou comparables; le plan intégré qui assure que les plans de projet soient cohérents et que les ressources sont utilisées de manière optimale entre les projets avec un mécanisme d'affectation intégré. L'état de l'art (annexe III), n'a pas permis de trouver des solutions de gestion intégrée de projets satisfaisantes permettant le partage d'informations sur les ressources et les projets en cours pour les différents gestionnaires. Un logiciel a été développé et un module a été intégré au logiciel « Voila » rendant ainsi les fonctionnalités nécessaires à nos expérimentations accessibles.

### **Système de gestion d'un projet (SGP)**

Un système de gestion d'un projet (SGP) est un outil logiciel permettant de faciliter le travail du chef de projet en assurant son bon fonctionnement de projet de complexité variable, en intégrant notamment les aspects de planification, de budget, de risques et de qualité. Les fonctionnalités attendues pour un tel système sont présentées dans le tableau 6.8.

Tableau 6.8 Les fonctionnalités du système de gestion d'un projet (SGP)

<b>Fonctionnalités</b>	<b>Description</b>
Planification du projet	Permet d'établir les estimés et un plan de projet répondant aux requis du demandeur. La planification consiste à la définition d'un horaire d'exécution des activités et des tâches relatives au développement logiciel en fonction des efforts impliqués.
Supervision du projet	Assurer le suivi des projets et des échéances (planifiées/réelles), les jalons, des temps (tâche/activité) et apporter une vue synthétique des ressources impliquées par projet.
Support aux actions correctives	Assurer le suivi des actions correctives.

L'état de l'art a démontré que de nombreux outils sont disponibles sur le marché (annexe III) et l'on trouve de plus en plus de solutions libres (annexe III), avec un bon niveau de maturité. Néanmoins ces solutions couvrent généralement moins de fonctionnalités que les solutions propriétaires. D'autres solutions peuvent aller jusqu'à intégrer des modules de gestion et de publication de contenu, ou encore des outils de forum ou des procédures automatiques de notification par courriel. La décision fut prise d'intégrer dans l'environnement à code ouvert écrit en Java, offrant ainsi la capacité de modification du code. Nous nous sommes concentrés sur la comparaison des outils existants. Nos principaux critères pour départager les outils étaient les méthodes de planification, les fonctionnalités de travail collaboratif et les systèmes d'exploitation supportés. La solution qui nous a paru la plus intéressante est GanttProject (annexe III) qui est soutenu par une large communauté et dispose des fonctionnalités attendues.

### Système de gestion d'un projet Six Sigma

La présente section présente les travaux réalisés pour le développement d'un support logiciel à la gestion d'un projet Six Sigma. Cette approche a été retenue car l'organisation hôte possède une bonne expertise sur son application. Nos efforts porteront sur la recherche d'une stratégie suffisamment générique pour être applicable à d'autres approches. Les fonctionnalités attendues pour un tel système sont présentées dans le tableau 6.9.

Tableau 6.9 Les fonctionnalités du système de gestion d'un projet Six Sigma

Fonctionnalités	Description
Collecte des données	Les réclamations clients, les suggestions internes, les erreurs de production, la non-conformité des fournisseurs ou autres doivent être enregistrés.
Analyse	Pour améliorer les points faibles, il faut comprendre les raisons des disfonctionnements ou mécontentements, par une analyse des informations collectées.
Suivi des processus	Pour mesurer les améliorations, il faut suivre les résolutions et actions correctives.
Mesure	Les résultats des actions entreprises peuvent être mesurés afin de s'assurer de leur stabilité dans le temps et déterminer s'il y a eu amélioration.

Certains logiciels permettent d'accompagner les personnes dans diverses activités des cinq phases de la méthode Six Sigma. Ainsi, il existe des logiciels pour formaliser les besoins du client, d'autres pour planifier et exécuter les mesures de performance vis-à-vis des besoins, d'autres pour réaliser l'analyse du risque ou pour trouver des solutions d'amélioration et assurer le suivi (annexe III). Notre étude ne nous a pas permis de trouver des logiciels intégrant l'ensemble des activités du projet, permettant ainsi de n'avoir qu'un outil. C'est pour ce motif que l'équipe de recherche a choisi de conduire une série d'expérimentations. L'entreprise hôte a ensuite choisi de réaliser une solution qui s'intègre à son logiciel « Voilà » (annexe III) en ajoutant le support aux initiatives de PAC Six Sigma. Elle comporte un module d'assignation des ressources aux projets, un module de suivi fournissant une vue d'ensemble des activités des projets en cours, un module de GC donnant accès à la documentation de l'entreprise, un module pour la création de rapports et un ensemble d'outils collaboratifs. La collecte des données se fait grâce au SAAD.

### **Système de gestion de l'innovation (SGI)**

Un système de gestion de l'innovation (SGI) est un levier pour agir sur les facteurs de compétitivité comme l'AC, les nouveaux produits et l'engagement des collaborateurs. Un SGI permet de capitaliser toutes les innovations, de les diffuser, de les partager, de les faire évoluer, ainsi que d'en assurer le suivi et de mesurer les résultats apportés. Les fonctionnalités nécessaires à un SGI sont présentées dans le tableau 6.10.

L'état de l'art a montré qu'il existe des logiciels pour gérer les projets de recherche, adopter la meilleure stratégie de l'innovation, gérer les partenariats industriels ou encore sécuriser les transferts de technologie et maîtriser les flux financiers de l'innovation. Des logiciels sont commercialisés sur la méthode russe d'aide à l'innovation, TRIZ, qui assiste les créateurs dans la résolution des problématiques technologiques et dans l'évolution des produits et procédés (annexe III). Il existe aussi des logiciels de gestion de la PI. Ce domaine est un sujet d'étude nouveau qui représente une bonne opportunité. D'ailleurs, une grande partie de nos travaux s'inscrit dans ce contexte. Faute de temps, le SGI sera étudié dans des travaux futurs.

Tableau 6.10 Les fonctionnalités du système de gestion de l'innovation (SGI)

Fonctionnalités	Description
Identifier des projets d'innovation	Trouver les besoins d'innovation par rapport aux clients, aux développements des technologies et de la PI (stratégie de protection, valorisation du patrimoine), du partenariat et des alliances (synergies commerciales, nouvelles opportunités), des RH (formation des personnes à l'innovation, implication), ou encore de l'environnement de l'entreprise pour anticiper les opportunités et menaces.
Définir des projets d'innovation	Déterminer les projets et juger du potentiel du projet, des risques qui lui sont associés et du niveau d'opportunité ou de gain découlant de sa mise en place. Cette définition devra de plus répondre aux critères classiques de la gestion de projets.
Analyser les projets	Tirer parti des projets d'innovation réalisés et voir à la mise en valeur de ceux-ci.
Supporter la créativité	Supporter la créativité par un modèle de support à la créativité ainsi que la gestion des informations relatives aux processus liés à l'innovation.
Lier l'innovation à la stratégie	Lier l'innovation à la stratégie dans la SIO. À ce niveau, l'innovation doit devenir un pilier de la stratégie de l'entreprise, l'innovation est donc intimement reliée à la stratégie.

### 6.5.2 Système de gestion des produits d'information (SGPI)

Le modèle illustré à la figure 6.8 présente la configuration de système proposée pour supporter la création et la génération de PI au sein d'une SIO. Le but de ces recherches est d'éliminer ou de réduire de manière importante le travail de programmation nécessaire au développement des divers indicateurs de façon à permettre à un gestionnaire de développer ses propres indicateurs. La stratégie de mise en place s'appuie sur la structure de la norme ISO15939 (ISO15939, 2007). Le gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs (GEI) est le logiciel permettant de définir formellement des indicateurs. Pour ce faire, il instancie tous les concepts du construit de mesure et stocke les informations dans une BD. Le GEI permet de définir les entités, leurs attributs et les règles de concordance des méthodes de mesure et un certain nombre de formes que l'indicateur peut prendre. Le point fort de ce logiciel est qu'il permet aux utilisateurs de consulter le détail du calcul des indicateurs, de les créer, mais aussi de les modifier. Lors de la création de calculs impliquant différents concepts, un mécanisme de génération et de vérification de la cohésion des unités ainsi que des échelles est déployé. Il se base sur les unités associées aux attributs des entités. Il garantit une plus grande cohérence

dans la signification qu'aura l'indicateur final. Des outils de type requêteur ont été déployés pour assurer la convivialité de la définition des fonctions associées aux divers construits.

Le système de gestion des produits d'information (SGPI) permet de créer et de modifier les divers PI à partir des indicateurs définis grâce au GEI. La forme finale sera définie à l'aide des outils fournis par la famille de PI. Le moteur de génération des produits d'information (MGPI), composante intégrée au SGID, permet de générer des éléments de diffusion des PI tels que le gestionnaire de rapport, le TB et le SGS. Il utilise le SAAD pour effectuer les tâches de récupération des données pour stocker dans la BD des mesures permettant la génération du PI au moment opportun. Le MGPI est doté d'un céduleur responsable des diverses tâches liées à la production des PI. Il réalise donc les tâches selon un calendrier défini lors de la création des indicateurs et/ou des PI.

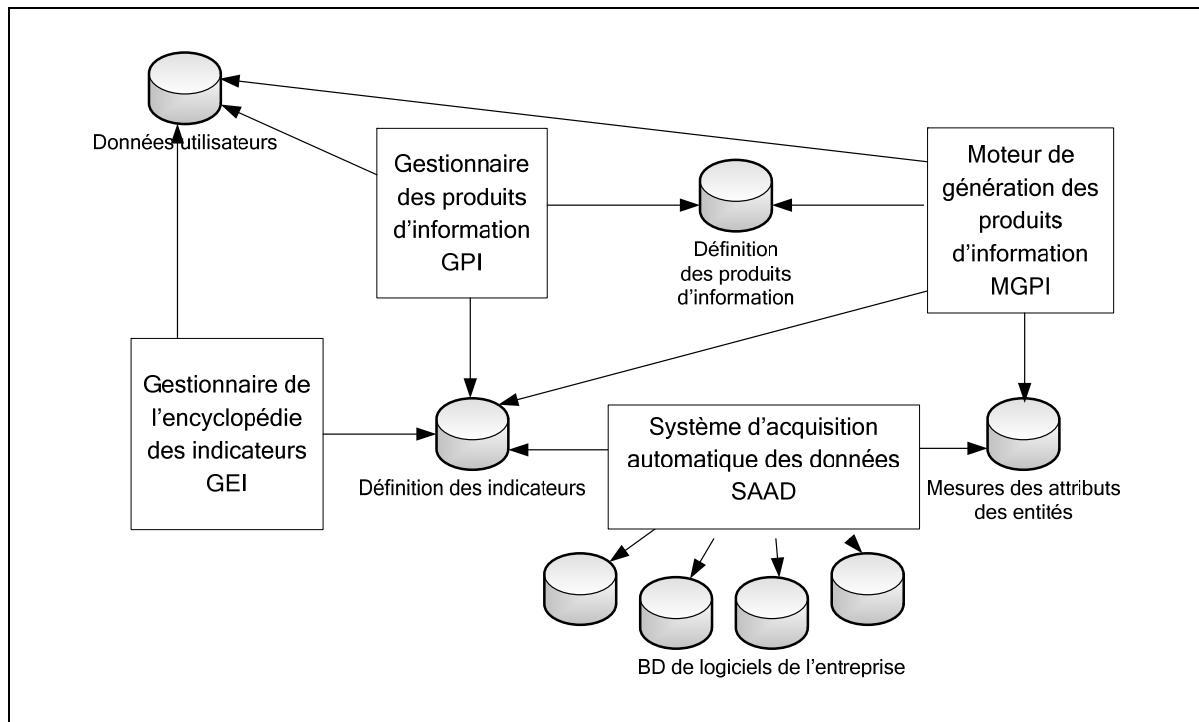


Figure 6.8 Architecture du système de gestion des produits d'information (SGPI)

Les logiciels de l'informatique décisionnelle (annexe III) qui proposent un ensemble d'outils logiciels pour assurer le traitement de l'information de toute la chaîne décisionnelle ne permettent pas à l'utilisateur de créer ses propres indicateurs. Bien que ces outils intègrent l'ensemble des notions du BSC avec des indicateurs simples ou composites et les liens entre ceux-ci, ils doivent être définis préalablement et ils doivent être programmés. L'utilisateur ne peut ensuite qu'utiliser les indicateurs prédefinis sans modification possible de sa part.

### **Moteur de génération des produits d'informations (MGPI)**

Le moteur de génération des produits d'information (MGPI) est une composante qui assure en production la fabrication de l'ensemble ou d'une partie du PI selon la famille. Lorsque le module du céduleur décidera, selon le calendrier, d'exécuter une tâche, il recueillera d'abord les informations sur la structure des indicateurs et des traitements pour construire celui-ci dans la base de définition, il prendra ensuite les données concordantes dans les BD des mesures des attributs. Il peut aussi à l'occasion lancer des tâches pour recueillir des informations pour les mettre dans la BD de mesures des attributs des entités éventuellement utilisées dans la réalisation d'un PI. Il lance alors les traitements nécessaires à l'exécution du construit de mesure dans son ensemble. L'information est alors envoyée au GPI qui produira le PI final selon le contexte. En raison de son fonctionnement lié au système de gestion intégrée de données (SGID), le MGPI est représenté dans la figure 6.3 comme appartenant à ce système de gestion plutôt qu'au SGPI.

### **Gestionnaire des produits d'information (GPI)**

Le gestionnaire des produits d'information (GPI) est le logiciel permettant de créer un PI lié à un BI en sélectionnant d'abord les indicateurs disponibles dans GEI puis en ajoutant les critères de décision à chacun des indicateurs retenus. De cette façon, un indicateur peut intervenir dans plusieurs PI mais avec des critères de décision différents. Les utilisateurs pourront donc obtenir des informations qui répondent mieux à leurs différents BI tout en réutilisant l'existant. Les fonctionnalités recherchées sont exposées dans le tableau 6.11.

L'architecture, composée d'un seul bloc, reposera sur l'utilisation des services du GEI et du MGPI comme le montre la figure 6.8.

Tableau 6.11 Fonctionnalités recherchées dans un gestionnaire des produits d'information (GPI)

Fonctionnalités	Description
Association entre le PI et les indicateurs.	Faire le lien entre les divers indicateurs et le PI pour chacune des diverses familles de produit.
Sélectionner les indicateurs pertinents pour un PI.	En déterminant l'indicateur approprié de l'ensemble déjà défini dans l'encyclopédie. Le construit de mesure est alors intégré au produit de mesure ce qui donnera accès aux données associées et celles de forage des niveaux inférieurs.
Associer une représentation graphique à un indicateur.	Le GPI permet de choisir les représentations graphiques qui peuvent être utilisées pour présenter un indicateur en fonction de celles permises. Ce mécanisme se base sur les unités associées aux attributs des entités. Il garantit donc une plus grande cohérence dans la signification qu'aura l'indicateur final.
Détermination des cibles.	Définition des bornes à atteindre dans le contexte d'un PI spécifique.

### Gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs (GEI)

Le gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs (GEI) permet de définir formellement des indicateurs grâce à la structure de construit de mesure proposée par la norme ISO15939 (ISO15939, 2007) centralisant les données techniques et de gestion sur les indicateurs et favorisant leur réutilisation en entreposant les informations dans une BD. Les fonctionnalités vitales sont décrites dans le tableau 6.12. L'architecture retenue pour le GEI (figure 6.9) a été conçue en utilisant le cadre d'application. On trouve liés avec les utilisateurs l'interface client et les outils de support permettant le travail collaboratif et la communication en plus de l'interface avec les modules du GEI. Le GEI (au centre) est composé du gestionnaire des BI, du gestionnaire des cibles, du gestionnaire des apparences qui assurent la définition des aspects physique des indicateurs et le gestionnaire des construits de mesure qui gère les aspects techniques. On retrouve aussi (en haut à gauche) diverses tâches : le gestionnaire de la maintenance qui permet la modification des indicateurs en tenant compte des contraintes imposées par l'utilisation par les PI de cet indicateur, des fonctionnalités. Les échelles

permettent la définition dans une approche conviviale des fonctions (mathématiques, financières, statistiques, ...) et des requêtes. Le gestionnaire des échelles assurera la définition et l'intégrité des échelles. On trouve le SGID qui assure la pérennité des données tel que présenté précédemment.

Tableau 6.12 Les fonctionnalités du gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs (GEI)

Fonctionnalités	Description
Décrire le BI.	Permet de décrire de manière textuelle le BI du décideur.
Création d'un indicateur.	Implique de définir : la définition du visuel, les données nécessaires à la création de l'indicateur, le construit de mesure, les informations sur les endroits où les saisir, l'horaire d'acquisition, les actions à entreprendre en cas d'échec.
Définir le construit de mesure.	Permet aux utilisateurs de consulter le détail du calcul des construits de mesure, de les créer et de les modifier en tenant compte des divers utilisateurs. Lors de la création des calculs impliquant différents concepts, un mécanisme de génération et de vérification des unités ainsi que des échelles assurant l'intégrité de la mesure est nécessaire.
<b>Définir un construit de mesure implique de définir :</b>	
les cibles.	Permet de définir les limites acceptables pour un indicateur.
modèle d'analyse.	Permet la définition de l'algorithme qui peut regrouper des mesures de base ou dérivées.
une mesure dérivée.	définie par une fonction de mesure qui groupe plusieurs mesures de base et fonctions.
une mesure de base.	Suppose l'implication d'un attribut qui sera associé à une entité.
les attributs.	Permet d'avoir une description des attributs et de l'entité à laquelle ils sont associés ainsi que les méthodes de mesure nécessaires. Un attribut doit être quantifiable et est associé à une méthode de mesure qui détermine la façon d'obtenir les données nécessaires.
les entités.	Avoir une description textuelle et graphique de l'entité et des attributs qui lui sont associés. On doit être en mesure de gérer une structure d'entités modélisant une entité plus grande car une entité peut être dans un certain contexte l'attribut d'une autre entité.
les méthodes de mesure.	Définit la séquence logique des opérations pour quantifier les attributs pour la définition de la mesure. Une échelle devra être associée. La composante de l'ETL viendra en support pour définir les lieux, les moments et les traitements sur les données de mesure.
les échelles.	Permet de définir le type, les unités de mesure et l'intervalle des valeurs cohérentes produites par une méthode de mesure.
Assurer la maintenance des indicateurs	Modifier un indicateur déjà utilisé dans des PI peut être difficile car des PI existent basés sur ces définitions. Il sera impossible de détruire un indicateur un fois qu'il a été utilisé.

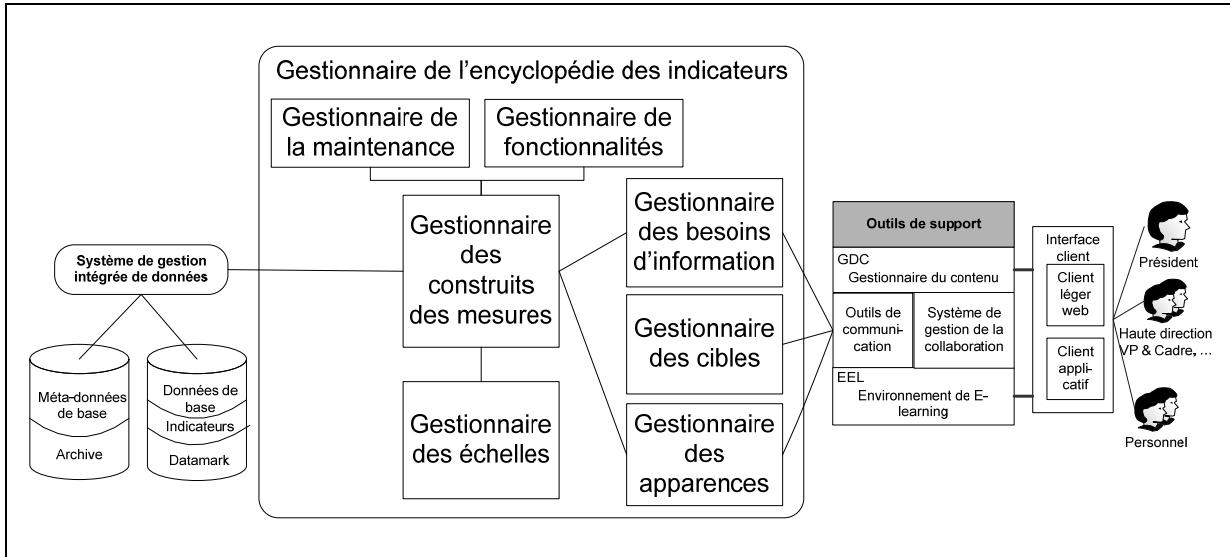


Figure 6.9 Architecture du gestionnaire de l'encyclopédie des indicateurs

### 6.5.3 Système de veille

Afin de rester compétitif, d'anticiper les évolutions ou de faciliter l'innovation, les dirigeants des SIO se doivent de connaître les mouvements de l'environnement afin d'appliquer les actions nécessaires. La veille fait partie intégrante de l'EI, qui regroupe également la protection des informations et la propagation de celles-ci. Le développement d'Internet a beaucoup fait évoluer la veille, mettant ainsi à disposition de tous une grande masse d'information, avec des degrés de fiabilité variables, qui influencera de manière importante la création du système. L'annexe III présente une étude complète sur les technologies de veille.

#### Système de veille environnementale (SVE)

Les principales fonctionnalités recherchées dans un système de veille environnementale (SVE), présentées de manière détaillée dans le tableau 6.13, doivent couvrir toutes les phases du cycle, de la collecte des données à la diffusion en incluant l'analyse. De plus l'EI est fortement préoccupée de la relation avec son environnement : de la perception que ses clients ont de la prestation de ses services, de la qualité de ses produits et de la relation avec ses

fournisseurs ainsi que de ses personnels. Un bon moyen de connaître la satisfaction d'un intervenant est de réaliser une enquête. Celle-ci a pour objectif de s'assurer que les intervenants sont satisfaits des prestations dont ils ont bénéficié mais également de déceler leurs besoins latents non exprimés. Un outil de collecte des données devra permettre de recueillir les réponses à un certain nombre de questions qui sont autant d'indices sur la satisfaction, la fidélisation ou les attentes du client, en vue d'ajuster la stratégie de SIO. Ces informations seront colligées et utilisées dans plusieurs PI et disponibles au travers de diverses composantes de notre environnement (SGS, SGM, TB, etc.) pour répondre aux BI des décideurs.

Tableau 6.13 Fonctionnalités recherchées dans un système de veille environnementale (SVE)

Fonctionnalités	Description
Ciblage	Découverte des sources (internes, externes) et observation (sites web, forums, fils d'actualité, réseaux sociaux, etc.). Il s'agit ici de déterminer les sujets devant faire l'objet d'une surveillance c'est-à-dire de définir les axes de surveillance et les finalités, de déterminer les types d'information utiles, d'identifier et sélectionner les sources.
Acquisition	Récupération automatisée des données issues de ces sources et intégration dans des BD. Ceci consiste à rassembler les faits, opinions et études sur les thèmes choisis. L'insertion pourra avoir lieu après le filtrage et la transformation des données selon la définition de l'utilisateur. L'acquisition sera faite selon une cédule. Elle pourra être répétitive. Un ETL pourrait être utilisé dans le présent contexte.
Analyse	À partir des informations recueillies, il s'agit d'extraire, d'indexer et catégoriser les informations pertinentes parmi celles collectées afin de faire une synthèse en vue de proposer des actions.
Diffusion	Transmission des informations analysées aux utilisateurs (dossier, alertes, etc.). Des propositions d'action sont souvent rattachées à la diffusion.

L'organisation hôte avait, avant le début des projets, développé pour un client un environnement de veille sur le cinéma et les émissions télévisées. Un projet de trois mois impliquant un programmeur et un chef de projet a permis une adaptation rapide au contexte et aux besoins de l'EI. Dans les lignes qui suivent nous décrirons les diverses composantes qui formeront le système de veille de la SIO présenté à la figure 6.10. Selon une cédule prédefinie, l'outil va extraire des données à partir de sources de nature variée. Celles-ci sont

ensuite filtrées et validées avant d'être stockées dans la BD. Le céduleur est le module qui permet de planifier les tâches de récupération des données, tandis que le module moteur engin de recherche va se charger du traitement des données récupérées. L'ajout de capacités automatiques peut être réalisé via une analyse textuelle des données pouvant permettre d'ajouter des traitements à plus haut niveau tels que l'extraction de concept ou la classification automatique des données. Dans le cas d'un outil intégrant l'ensemble des fonctionnalités, l'architecture de l'outil de veille organisationnelle sera composée d'un module en charge de la récupération des données, de BD pour le stockage des informations ainsi que d'un module d'analyse des données.

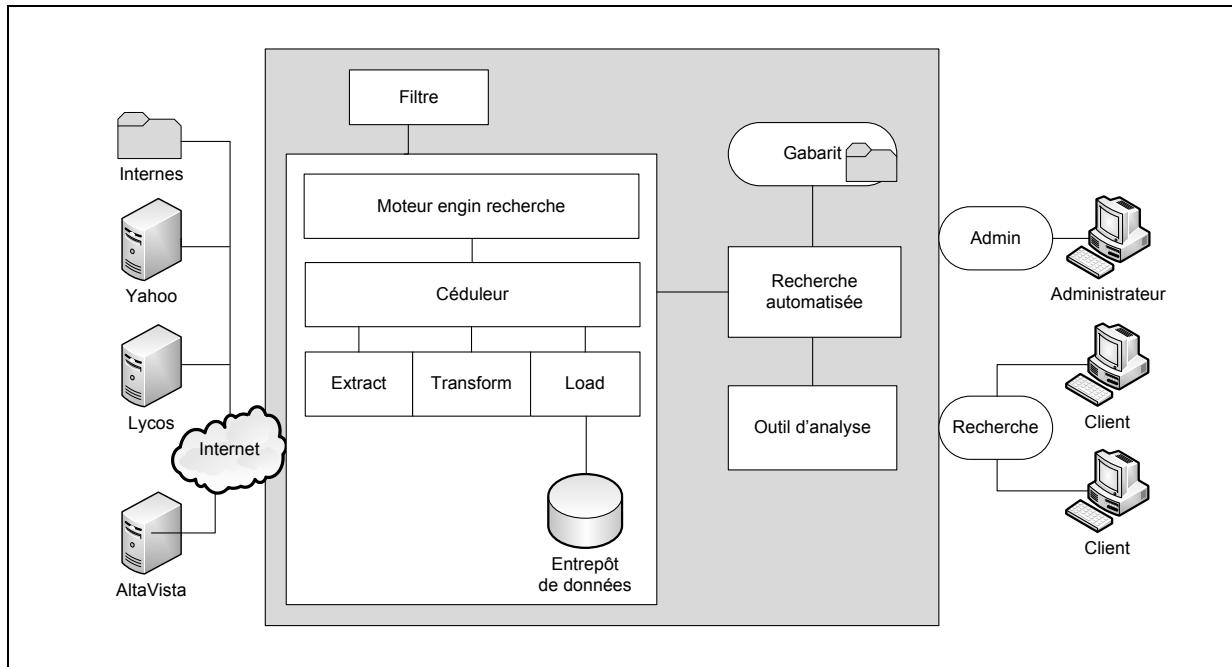


Figure 6.10 Architecture fonctionnelle du système de veille environnementale (SVE)

### Système de collecte des données client (SCDC)

L'étude de l'existant sur les logiciels d'enquête nous a permis d'identifier que la majorité des solutions (annexe III) offrent un large répertoire de fonctionnalités nécessaires à la gestion de

tous les aspects de l'enquête. Les fonctionnalités nécessaires sont présentées dans le tableau 6.14.

Tableau 6.14 Les fonctionnalités du système de collecte des données client (SCDC)

Fonctionnalités	Description
Administration	Permet la création des questionnaires, la gestion de questions associées et la détermination de la population cible. Offre un ensemble de types de question.
Diffusion	Gestion des divers modes (internet ou en intranet, courriel, web, téléphone, PDA, etc.) et des périodes de diffusion.
Acquisition	Recueille des informations à partir du questionnaire rempli par le client, avec un enregistrement automatique des données dans une BD.
Analyse	Il s'agit d'établir des traitements statistiques à partir des données recueillies.

Malgré l'existence de ces logiciels, il s'est avéré plus simple, selon nos besoins, de redévelopper un outil. L'entreprise hôte avait déjà développé un outil semblable pour l'un de ses clients qui n'a nécessité que de simples modifications pour répondre à la problématique de l'EI. Le système de collecte des données client (SCDC) illustré à la figure 6.11 comprend cinq modules répondant aux fonctionnalités précédentes. Le gestionnaire de questionnaire regroupe les informations sur les gestionnaires en assurant la définition des questions et leur regroupement dans une encyclopédie permettant la réutilisation. Il permet la définition des amorces et des fins de questionnaires dans une approche multimédia. Le module de gestion de la population sert à connaître les personnes visées, leurs caractéristiques et les moyens de les atteindre, puis à les regrouper selon des critères pour former la population cible d'un sondage. Le module de l'analyse applique aux résultats des filtrages puis détermine des statistiques à l'aide d'outils externes. Le module de gestion de la diffusion adapte le questionnaire aux contraintes des technologies liées au média. Le gestionnaire de l'interface web assure le lien des fonctionnalités vers l'internet.

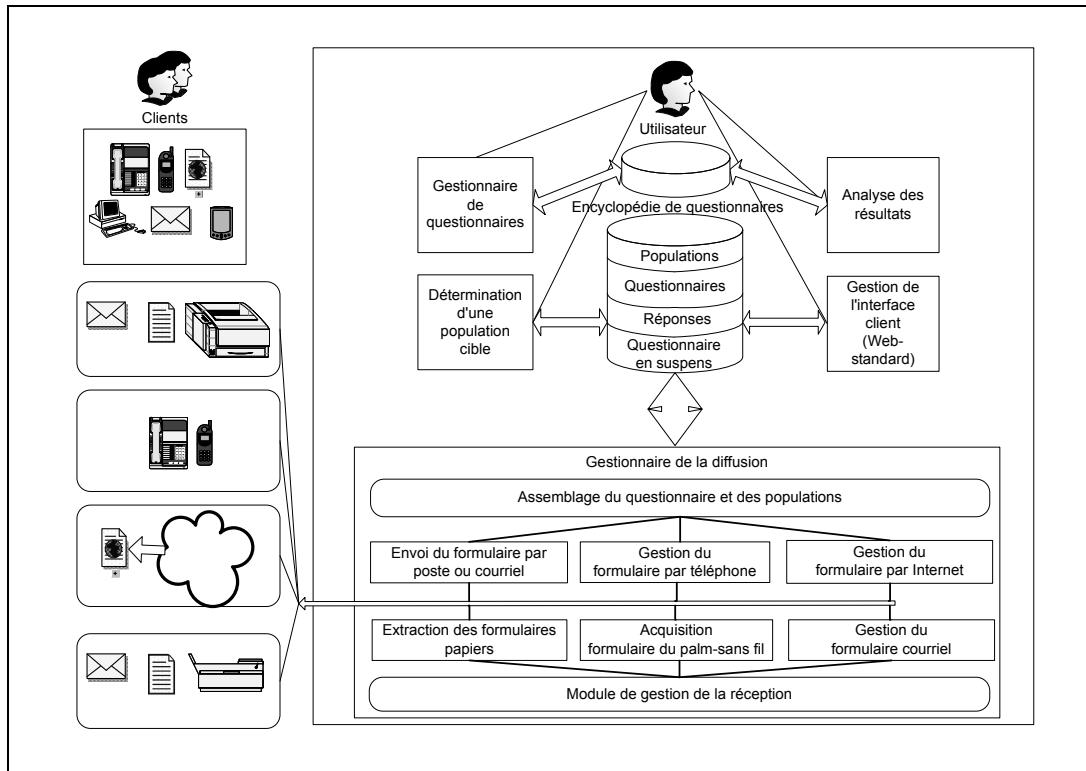


Figure 6.11 Architecture fonctionnelle du système de collecte des données client (SCDC)

#### 6.5.4 Système de gestion stratégique (SGS)

Un système de gestion stratégique (SGS) regroupe les activités de planification, de direction et de contrôle nécessaires pour déterminer et atteindre l'ensemble des choix d'objectifs et des moyens humains et matériels mis en œuvre pour déterminer et atteindre la stratégie qui oriente à moyen et à long termes les activités d'une organisation. Un SGS doit permettre de s'assurer d'aligner la stratégie, les opérations et les individus sur la vision de la SIO en prenant en compte sa mission. Pour atteindre le but, un SGS doit permettre de définir, de mettre en place et de garantir de conserver l'emphase sur la stratégie; pour cela il doit supporter un ensemble d'indicateurs qui répondent aux objectifs de l'organisation ainsi que les initiatives permettant de les rencontrer. La gestion stratégique repose sur la définition d'indicateurs permettant de garantir de conserver l'emphase sur cette dernière.

Étant donné le nombre de données à traiter, le nombre de calculs et le nombre d'intervenants, une gestion manuelle de ce système est difficile voir impossible à réaliser. L'état de l'art et des logiciels disponibles pour supporter ces tâches nous a montré qu'il existe de nombreuses lacunes dans les logiciels existants. D'abord la majorité des logiciels s'appuie sur l'approche du BSC classique ne laissant aucune place à l'ajout ou au retrait de perspective, de sous groupes associés ou toute autre structure d'organisation des indicateurs. Elle n'offre aucun support méthodologique ou outils de gestion (outil de communication, suivi à long terme, simulation, etc.) se limitant à l'affichage d'indicateurs. De plus, pour mettre en place un indicateur, un programmeur doit intervenir pour développer plusieurs composantes complexes impliquant beaucoup de programmation : lier les données à l'indicateur, exécuter les calculs ou le code nécessaire à la génération des objets de l'interface. Habituellement, ces systèmes diffusent les informations sur les indicateurs et les cibles du BSC mais sans information sur les initiatives. Les logiciels ne gèrent pas d'information sur les éléments (construit d'information) définissant l'indicateur et aucun ne se base sur une approche structurée et rigoureuse pour les définir.

Nous croyons que le développement d'un logiciel de support au SGS basé sur une démarche structurée de définition des indicateurs comme celle proposée dans la norme ISO15939 (ISO15939, 2007) et l'automatisation de leurs définitions à un niveau ne demandant aucune intervention de la part d'un programmeur représente une avancée intéressante pour le domaine. De plus, les outils actuels ne combinent pas les lacunes déterminées lors de notre état de l'art. Nous sommes convaincus que certaines de ces lacunes décelées, présentées dans le chapitre deux, pourraient être résolues ou du moins diminuées par leur informatisation. Les diverses approches sur lesquelles repose le SGS s'appuient toutes sur la définition d'indicateurs, seules les perspectives et le groupement des indicateurs varient d'un modèle à l'autre. Nous croyons qu'il est possible de développer une application suffisamment générique pour supporter les divers modèles proposés (chapitre deux section 2.4). Nous baserons, pour les mêmes motifs que précédemment (chapitre deux section 2.5.6), nos travaux sur le BSC.

## Présentation de la fonctionnalité recherchée

Le tableau 6.15 présente les diverses fonctionnalités qui devront être déployées par l'outil logiciel qui appuiera le processus de gestion de la stratégie (chapitre 2, section 2.4.8).

Tableau 6.15 Les fonctionnalités du système de gestion stratégique (SGS)

Fonctionnalité	Description
Gérer la vision	Aider à définir et diffuser la vision de la stratégie d'entreprise.
Gérer les BI	Définir les BI liés à la gestion de la stratégie.
Déployer la stratégie	Assurer la mise en place de la stratégie en favorisant le développement d'initiatives et le développement coopératif et accélérer son temps d'exécution.
Connaître les SO	Connaître les SO pour assurer le lien entre les intervenants. Connaître les systèmes, unités administratives et gestionnaires utilisant un indicateur donné.
Communication	Assurer la communication et la collaboration entre les personnes et les systèmes utilisés.
Supporter le BSC	Supporter un tableau classique du BSC (objectifs, indicateurs, cibles, initiatives et responsables) ainsi que la définition d'autant de perspectives que le souhaite l'utilisateur.
Balancer le BSC	Assurer un équilibre entre les différentes perspectives.
Gérer les indicateurs	Devra permettre de définir et gérer les indicateurs. On devra aussi suivre l'exécution de la collecte des données et de la génération des divers indicateurs en conservant un historique des modifications du construit de mesure de l'indicateur.
Évaluer	Mesurer l'impact et la pertinence des indicateurs en termes d'AC.
Identifier les anomalies	Identifier les situations anormales à survenir dans l'évolution de la stratégie et avertir le gestionnaire concerné.
Simuler	Simuler les variations de résultats en fonction des cibles définies et des divers scénarios.
Assurer le suivi des initiatives	Devra permettre, à l'image d'un projet, de suivre les actions des personnes qui proposent ou font quelque chose pour atteindre le but.

## Présentation de l'architecture fonctionnelle retenue

L'architecture, retenue pour le SBI, s'appuie sur le cadriel utilisé précédemment. La figure 6.12 présente les diverses composantes contenues. Elle sera dotée d'une interface unique à partir de laquelle l'utilisateur aura accès à l'ensemble des fonctionnalités. L'utilisateur pourra, grâce au système de GEI, définir des indicateurs qui sont nécessaires, sans intervention de programmeurs, ou encore utiliser des indicateurs existants.

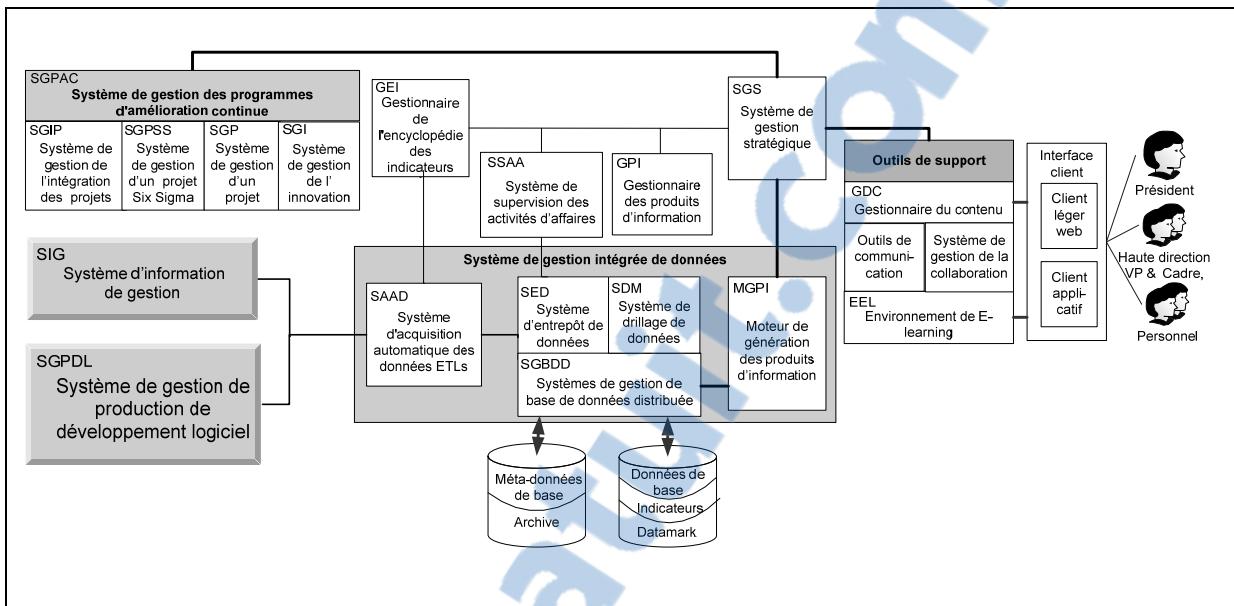


Figure 6.12 Système de gestion stratégique (SGS)

### Déroulement et synthèse du sous-projet de recherche

La gestion de la stratégie est une activité clé de l'entreprise et, pour cette raison, beaucoup d'éditeurs de logiciels ont développé des solutions qui s'appuient sur l'approche du BSC dû à sa popularité. Une certification a même été créée pour garantir la mise en place et la gestion de la stratégie en liant les objectifs, les initiatives et les mesures à tous les niveaux (BSI, 2010). Parmi les solutions certifiées, on trouve essentiellement des grands éditeurs. Bien qu'offrant des solutions très conformes à l'approche du BSC, aucune de celles-ci ne permet à l'utilisateur de définir et de gérer ses indicateurs : il est toujours nécessaire de recourir à la programmation. De plus, il n'y a pas de moyen de savoir à quel BI ces indicateurs répondent.

Un premier prototype, offrant la possibilité de diffuser les scorecards aux divers intervenants de la SIO grâce à un fureteur, a été développé. Les données d'un indicateur sont collectées manuellement de la BD, épurées puis déposées dans un chiffrier à partir duquel sont générés sur le web les graphiques le présentant. Le second prototype a consisté à intégrer le MGPI dans le processus et à automatiser la génération des indicateurs par des macro-commandes.

Ces prototypes, impossibles à utiliser dans la pratique, demandent toujours beaucoup de programmation. Un dernier prototype a tenté d'automatiser l'ensemble des activités en évitant toute programmation de la part des utilisateurs.

### 6.5.5 Gestionnaire du système de mesure (GSM)

Le gestionnaire de système de mesure (GSM) permet de maintenir un ensemble d'indicateurs de mesure d'une partie ou de l'ensemble de la SIO de manière intégrée avec ou sans lien direct avec la gestion de la stratégie ou des PI spécifiques. Le but est de fournir des valeurs aux gestionnaires dans le but de répondre à des BI qui pourront être comparées à des valeurs historiques pour juger de l'évolution de certaines situations. Le GSM regroupe des indicateurs de plusieurs types sur la totalité de l'organisation contrairement au SGS qui comprend uniquement des indicateurs stratégiques. De plus, aucune cible ou initiative n'est associée ou prise en charge. Nos études sur l'état de l'art ne nous ont pas permis de trouver des systèmes comparables utilisés dans le contexte. Ces travaux font suite aux expérimentations du chapitre six qui définissaient les besoins de ce type de système. Les fonctionnalités qui devront être réalisées par le GSM sont décrites dans le tableau 6.16.

Tableau 6.16 Les fonctionnalités du gestionnaire du système de mesure (GSM)

Fonctionnalités	Description
Gestion d'une structure des indicateurs	Permettre la définition d'une structure des indicateurs par le développement par les utilisateurs d'une ou plusieurs structures des indicateurs coexistants partagés ou non selon plusieurs perspectives sur plusieurs niveaux. Les indicateurs étant définis ou sélectionnés dans l'encyclopédie des indicateurs.
Évaluation	Permettre l'évaluation simultanée de plusieurs dimensions de la SIO en un point défini selon divers modèles au choix de l'utilisateur. Une approche pour la ventilation des résultats dans l'ensemble de l'entreprise devra aussi être prise en considération.
Utilisation de modèle	Évaluation globale de l'organisation selon le modèle proposé par l'auteur.
Gestion des modèles	Assurer un modèle unifié de mesure dans l'organisation.
Simulations	Réaliser des simulations de l'impact des variances pour évaluer les changements.

La figure 6.13 présente l'architecture fonctionnelle retenue composée de trois sous composantes : le module de simulation, la composante d'évaluation et le constructeur de structures qui, à l'aide de l'identificateur d'indicateurs, définit les indicateurs et les structures déterminés par les usagers. Le GSM utilisera le GEI pour sélectionner les indicateurs pertinents et le MGPI pour l'évaluation. Les expérimentations réalisées ici sont ajoutées à celles entreprises dans le chapitre quatre et cinq sur le sujet qui nous avait permis d'explorer les concepts définis et les algorithmes proposés. Le premier prototype a porté sur la définition des structures d'indicateurs multiples et leurs interrelations permettant de réaliser la base de programmation nécessaire à nos prochains travaux. Trois prototypes furent ensuite réalisés pour l'utilisation des approches (annexe IX). Ils n'ont pas permis de répondre aux besoins d'évaluation en un point donné. Les prototypes suivants ont exploré diverses relaxations des contraintes (annexe IX).

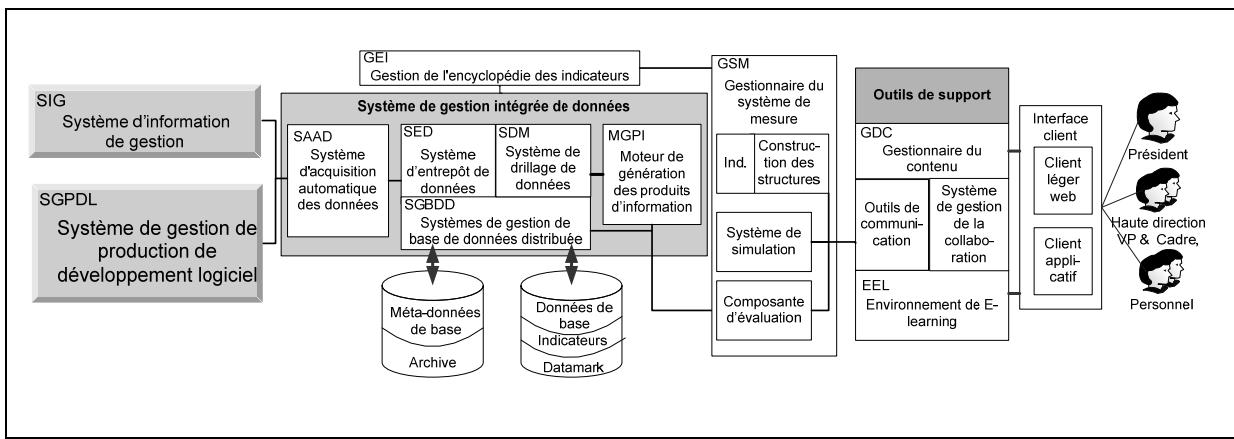


Figure 6.13 Architecture du système du gestionnaire du système de mesure (GSM)

### 6.5.6 Système Multi-Agents (SMA)

Le Système Multi-Agents (SMA) est un système distribué composé d'un « ensemble d'agents interagissant, le plus souvent, selon des modes de coopération, de concurrence ou de coexistence » (Chaib-draa, Jarras et Moulin, 2001), ainsi que de négociation, dans le but de participer ou de résoudre une problématique. Il permet de modéliser des problématiques

requérant plusieurs approches de résolution. Il représente une nouvelle approche pour l'analyse, la conception et l'implantation des SI complexes. Ce système n'a pas de contrôle global et ses données sont décentralisées ce qui nécessite un traitement entièrement asynchrone. Les agents n'ont alors qu'une perspective restreinte sur l'environnement et ont des habiletés de résolution de problématiques. Le système possède les avantages des systèmes distribués tels le parallélisme, la modularité et la fiabilité causée par la redondance et certaines qualités liées à l'intelligence artificielle comme la portabilité, la réutilisation, le traitement symbolique, la maintenabilité. Finalement, il permet l'utilisation de schémas d'interaction complexes (Chaib-draa, Jarras et Moulin, 2001). Dans notre application, les agents sont utilisés dans les SI comme assistants à certains travaux. L'approche fondée sur l'agent permet l'utilisation d'un large répertoire d'outils, de techniques et de métaphores.

Nous définirons deux types d'agent, les agents autonomes et les agents intelligents. Les agents intelligents réaliseront de manière continue trois fonctions : la perception dynamique des conditions de l'environnement, les actions qui affectent ces conditions et le raisonnement pour interpréter ces perceptions, solutionner les problèmes, faire de l'inférence et déterminer les actions. La famille des agents logiciels peut se diviser en trois grands groupes (Brustoloni, 1991), soit les agents régulateurs, les agents de planification et les agents adaptatifs. Les agents possèdent les fonctionnalités décrites dans le tableau 6.17.

Tableau 6.17 Les fonctionnalités nécessaires aux agents intelligents (SMA)

Fonctionnalités	Description
Autonomie	Fonctionne sans intervention grâce à un mécanisme de contrôle autonome de ses actions et de son état interne l'assurant de réaliser les tâches pour lesquelles il a été conçu.
Persistance	Mécanisme de sauvegarde de l'état de l'agent dans un espace non volatile.
Communicatif	Doté d'habileté sociale. L'agent interagit avec d'autres agents incluant les humains au travers d'un langage de communication.
Interaction	Coopération : travailler collectivement à l'atteinte d'un objectif partagé. Coordination : résoudre un problème afin de maximiser les avantages des interactions. Négociation : définir un consensus acceptable pour tous.
Agent réactif	Perçoit son environnement (physique, une interface utilisateur, ou une collection d'agents, Internet ou encore un ensemble de ces derniers) et répond dans un temps satisfaisant (quasi temps réel) aux changements survenant dans ce dernier.
Proactif	L'agent peut ne pas seulement répondre à l'environnement mais prendre l'initiative en réalisant des tâches liées à son objectif.
Orienté sur la tâche	Il réagit à son environnement et conserve un but précis. En plus de réagir à son environnement il conserve un but précis. Il est doté de son propre agenda dans la poursuite d'un but.
Apprentissage	Est capable de modifier son comportement en se basant sur ses expériences précédentes.
Mobile	Se transporte d'une machine à l'autre de façon autonome.
Flexible	Capable de gérer des actions ou des états imprévus.

Nos travaux nous ont permis de déterminer que l'utilisation pour le SMA d'une architecture ouverte multi plateforme supportant des agents de tous les types, permet de réaliser des échanges d'information, de se déplacer d'un ordinateur à l'autre et finalement de travailler ensemble à la résolution d'un problème ou la réalisation d'une tâche. Il s'agit de construire une base logicielle pour la réalisation d'une communauté (société) distribuée d'agents qui répondra au besoin d'une approche multi agent participative. Un agent du SMA sera un processus logiciel qui remplit la convention de la communauté en s'enregistrant dans la forme établie, partageant les fonctionnalités communes à tous les agents et parlant un langage commun. L'architecture permet l'existence des agents intelligents autonomes fonctionnant dans et à l'extérieur d'un environnement. Les fonctionnalités principales recherchées pour les agents sont la définition d'une coquille générique qui permet de construire un agent de n'importe quel type relativement rapidement et ayant les propriétés définies précédemment. L'exécution du travail technique s'est effectuée selon la méthodologie PU (annexe I), les éléments spécifiques de l'expérimentation sont présentés en annexe IX.

### 6.5.7 Outils de support

Nous présentons maintenant au lecteur un ensemble de composantes produites dans le but d'exécuter ou d'aider les utilisateurs dans la réalisation de leurs tâches. Ces outils regroupent les mécanismes nécessaires à la gestion des informations diffusées sur les intranets et les sites web ainsi que des outils de collaboration, de communication et d'apprentissage.

#### Gestionnaire de contenu (GDC)

Un gestionnaire de contenu (GDC), dont l'abréviation est CMS en anglais, est une application logicielle dont le but est de permettre la gestion dynamique d'un ou de plusieurs sites web ou d'applications multimédia dans l'ensemble du cycle de vie en séparant distinctement le contenu de la structure du site. Ils visent à gérer librement les différents contenus et à assurer la mise en page des informations présentées ainsi que la navigation entre les pages web en ligne au travers d'un navigateur ne nécessitant donc pas l'installation d'un logiciel ni de connaissances en création web. Il se décompose en une partie publique et une partie privée, accessible à l'aide d'un mot de passe, le tout articulé autour d'un moteur d'exécution de code permet de créer l'interactivité et le dynamisme. Le marché des GDC est vaste comme le montre l'annexe III.

Un GDC développé par la SIO hôte sera l'interface utilisateur principale du cadre d'application utilisé dans notre environnement d'EI. Celui-ci offre les fonctionnalités détaillées dans le tableau 6.18 ainsi que le support des intranets et la gestion de contenu sur un client non web. Nous l'avons fait évoluer depuis afin qu'il puisse s'intégrer dans notre environnement d'EI pour permettre la diffusion générale d'informations. Il a été utilisé comme support à la BC et le système des BP. Des fonctionnalités d'application Internet riche (Rich Internet Application), une application Web qui est un logiciel applicatif manipulable grâce à un navigateur, permettant de développer rapidement une application et offrant des caractéristiques similaires aux logiciels traditionnels installés sur un ordinateur, ont été expérimentées puis intégrées au SGS. Dans notre approche tout le contenu est stocké dans

une BD, structurée en tables et en champs. Les modifications du contenu sont effectuées sur les champs de la base sans altérer la page. Les détails des expérimentations ayant impliqué deux programmeurs, se retrouvent en annexe IX.

Tableau 6.18 Les fonctionnalités nécessaires au gestionnaire de contenu (GDC)

Fonctionnalités	Description
Gestion des pages	Permet, en travaillant à plusieurs, la création, la modification et l'insertion de textes, de liens, d'image ou autres dans les pages; via une interface graphique de mise en forme similaire à celle qui existe dans un traitement de texte.
Définition du contenu	Offre des outils de composition graphique d'un contenu informationnel (textes, images, animations...) qui visent à le représenter de façon hiérarchique et harmonieuse afin de faciliter un parcours de lecture à plusieurs niveaux, avec un souci constant d'ergonomie.
Gestion d'accès	Permet de contrôler les limites de l'accès aux pages de chacun ou des groupes d'utilisateurs en mode consultation. Certaines pages peuvent être en accès libre.
Gestion des droits d'accès	Par le biais d'une interface d'administration, le système offre la possibilité de gérer l'accès des utilisateurs et leurs droits plus ou moins complexes (lecture/écriture sur un article, droit de modération d'autres usagers, accès aux fonctionnalités multiples).
Mécanismes de recherche	Fournit un moteur de recherche et une composante qui visite et indexe les éléments des pages créant une BD des mots. On met alors à disposition des usagers une interface permettant d'obtenir (requête) la liste des pages contenant les éléments recherchés.
Gestion de la catégorisation	Offre la possibilité d'indexer et d'utiliser des taxonomies pour améliorer la recherche. On peut créer des catégories de contenu, des sections, des mots clés.
Statistique	Permet la gestion des données nécessaires et les calculs pour assurer la visualisation des statistiques détaillées de la fréquentation du site, des sections et des pages.
Référencement	Permet les actions nécessaires à la bonne visibilité du site (méta balises, moteurs d'indexation, enregistrement dans les moteurs et répertoires de recherche) afin de le faire connaître, d'accroître la visibilité et d'augmenter le nombre de visiteurs.
Publication	Fournir une chaîne de publication (workflow) offrant la possibilité de mettre en ligne le contenu du site selon un calendrier établi et les autorisations.
Gestion des Gabarits	La présentation est définie dans un gabarit. Le gabarit définit deux choses : la mise en page proprement dite, via les feuilles de style ou les règles de transformation, et la structuration des données, au moyen de standards tels qu'eXtensible Markup Language (XML), ainsi que les informations extraites de la BD.
Versionnage	Regroupe de mécanismes permettant de maintenir l'ensemble des versions ou révisions des contenus et structure du site.
Communication	Assure le déploiement rapide de la foire aux questions, de la messagerie instantanée, de blogs, de forums de discussion, et les relations de contenu avec les réseaux sociaux.

## **Outils de collaboration et de communications**

Le déploiement de l'EI dans une SIO favorise une approche du travail basée sur la collaboration entre les divers intervenants entraînant des besoins nouveaux qui doivent être supportés par les logiciels utilisés ainsi que par l'ajout de nouvelles applications appelées collecticiels (Jourde, Laurillau et Nigay, 2009). Une grande partie des outils collaboratifs sont des outils de communication, que l'on peut classer en deux catégories selon qu'ils fonctionnent de manière synchrone (temps réel tel que messageries électroniques, les forums de discussion, les blogs, etc.) ou asynchrone (clavardage, les tableaux blancs, vidéoconférence). Les outils de communication asynchrone ont l'avantage de ne pas se heurter aux contraintes d'espace et de temps, tandis que les outils de type synchrone offrent une interaction en simultané entre les usagers.

L'objectif d'un tel système est de grouper les outils nécessaires pour permettre le travail collaboratif à distance en temps réel et différé. Il devra intégrer un ensemble d'outils complémentaires couvrant tous les aspects : communication, partage de documents, d'idées. Il existe des outils de collaboration sur le marché mais ceux-ci sont loin d'être complètement aboutis (annexe III). Notre cadre d'application doit être assez générique pour supporter des applications et intégrer une version avec un ensemble d'outils collaboratifs. Des expérimentations ont été réalisées pour déterminer des approches permettant le partage d'espaces de travail sur des logiciels. L'annexe IX présente une synthèse de ces travaux.

## **Environnement de e-Learning (EEL)**

La présente section propose une description de l'environnement de e-Learning (EEL), répondant aux besoins de formation d'une SIO, fondée sur le concept d'université virtuelle d'entreprise qui devra prendre en charge l'ensemble des activités entourant la formation, quelles que soient la distance entre le formateur et l'apprenant et la nature de la formation. Une synthèse de l'état de l'art incluant une présentation de la terminologie utilisée se retrouve en annexe III.

## Présentation de la fonctionnalité recherchée

Les fonctionnalités recherchées pour l'EEL sont définies dans le tableau 6.19.

Tableau 6.19 Fonctionnalité de l'environnement de e-Learning (EEL)

Nom	Description
Gestion de l'offre	Informier sur l'offre de cours des divers cursus et permettre l'inscription.
Diffusion des formations	L'application sera dotée d'un support multimédia offrant des auto-formations autonomes en mode synchrone ou asynchrone ce qui inclut l'exécution des sessions de cours, le contrôle des outils de formation, la visualisation des progrès et des résultats aux tests.
Pairage	Permettre la mise en relation des apprenants pour l'apprentissage par les pairs.
Création des formations	Définir le contenu matériel de formation, des laboratoires et des évaluations. Cette création doit couvrir l'ensemble du cycle de formation.
Approche de communication	Doter l'application des capacités de discussion, de collaboration et l'accès à divers moyens technologiques d'interface facilitant l'apprentissage.
Évaluation de l'apprenant	Permettre aux formateurs de proposer des démarches aux apprenants et analyser leur cheminement de formation de manière à apporter les correctifs appropriés.
Évaluation des formations	Recueillir des données sur les différents aspects de la formation de manière à apporter des améliorations à cette dernière.
Gestion du parcours	Des apprenants qui désignent le suivi des comportements et des résultats des apprenants (utilisation des didacticiels, temps d'utilisation, résultats obtenus, etc.).
Gestion du cursus	Permet de définir et de modifier les différentes formations d'un ensemble formant un programme créé pour un groupe ou un seul individu. Le cursus décrit les contenus, les objectifs, les compétences et les relations entre les cours ainsi que la composition de menus de formation.

## Présentation de l'architecture fonctionnelle retenue

L'architecture de l'environnement est basée sur le regroupement d'outils d'apprentissage fonctionnant de manière autonome tout en étant totalement intégrables. La figure 6.14 représente l'architecture fonctionnelle par la présentation des diverses composantes. On retrouve au centre de la figure 6.14 trois paquetages : diffuseur de contenu, gestionnaire de profils d'apprenant et de communication multimédia. Une BD gérant le cursus de formation, les profils des apprenants, les contenus de formation apparaît à droite du diagramme. Du côté gauche on retrouve trois groupes de composantes que nous décrirons de manière détaillée dans le reste de la section. Le tableau 6.20 présente chacune de ces composantes.

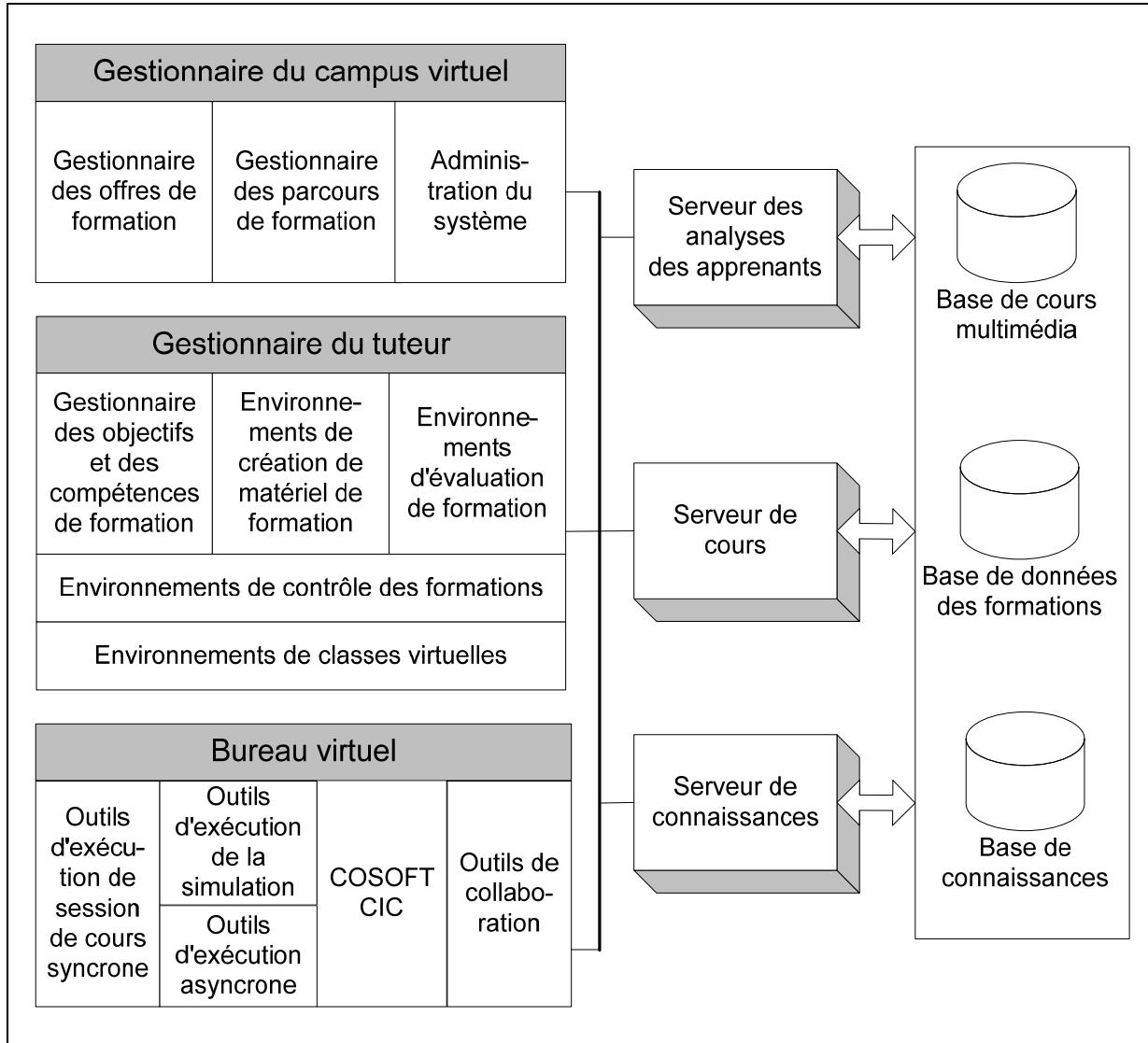


Figure 6.14 Environnement d'apprentissage à distance utilisant la technologie Internet

Tableau 6.20 Composantes de l'environnement de e-Learning (EEL)

Composante	Description
Campus virtuel	Portail groupant l'information sur les cursus faisant l'interface avec les apprenants et l'offre permettant aussi la gestion de l'offre, des cours, des parcours, des évaluations.
Gestion du tuteur	Assure le contrôle et l'exécution des prestations ainsi que le contrôle des outils.
Tableau blanc	Permet le partage, l'élaboration et la modification en temps réel de documents, l'utilisation simultanée d'applications par chacun des participants.
Bureau virtuel	Permet d'utiliser les capacités accessibles pour réaliser sa formation ce qui comprend une fusion intelligente entre les discussions, des cours interactifs, des démonstrations, des simulations, des activités de résolutions de problèmes et des exercices.
COSOFT	« Computer Support for Face to Face Teaching » (COSOFT) permet au tuteur d'accéder à l'ordinateur de l'apprenant, de visualiser les activités réalisées, d'accéder à une zone de l'écran pour réaliser un travail de façon bidirectionnelle et de vidéoconférence.
Diffusion sur CBT et HBC	Le « Computer Based Training » (CBT) et le HBC « Hypermedia-Based Courseware » assurent les fonctionnalités d'auto-formation par la présentation du matériel d'apprentissage et l'entreposage des contenus sous forme numérique.
Assistant à l'apprentissage	« Computer assisted learning » appuie le travailleur directement durant son travail quotidien. Il utilise les fonctionnalités du COSOFT et du « Self-Directed learning ». La fonction fondamentale est de communiquer avec l'apprenant.
« Self-Directed learning »	Est un espace informatisé interactif multimédia dirigé par l'apprenant intégrant du matériel textuel, des animations, des présentations à des logiciels utilisés dans ses activités quotidiennes. Adaptées à la façon de travailler et d'apprendre de l'utilisateur et le rendant responsable des temps de formation et de son processus d'apprentissage.
Tutoriel intelligent	Construit sur un SMA et utilisant des technologies de l'intelligence artificielle pour ajouter des capacités à l'environnement.
Apprentissage en groupe distribué	Inclut des communautés d'apprenants utilisant un espace de travail partagé pour collaborer et coordonner les tâches des tuteurs dans la réalisation d'un cours. Chaque participant peut être avisé des actions, des changements et des progrès de ces groupes de manière asynchrone et de la connaissance de l'action pour des travaux.
« Computer-Integrated Classroom »	Composante qui permet l'utilisation de l'informatique dans une classe pour supporter et améliorer les activités d'enseignement et d'apprentissage. Elle supporte : le travail individuel, l'accès à distance au matériel de formation, la planification et l'autorisation des unités de formation, les discussions, l'aide à la résolution de problèmes, la création de nouveau matériel dynamique durant la formation, des mécanismes adaptatifs en fonction de chaque usager. Elle est enrichie d'un tableau noir électronique.
Gestion de la formation	Composante de création de formation utilisée par les formateurs pour définir le matériel et son assemblage. Elle permet la diffusion de la structure et de son organisation. Des outils connexes doivent être utilisés pour définir les contenus.
Didacticiel	Désigne les modules de formation multimédia propres à une thématique supportant la formation synchrone ou asynchrone alors groupés dans des classes virtuelles.
Gestion d'une BC	Permet l'intégration du concept de BC dans le e-Learning. Deux facettes sont prises en charges : les domaines d'expertise visés par la formation et celui de l'enseignement.
Simulation générique	Permet des fonctions de simulation utilisant le polymorphisme pour placer l'apprenant en situation, sous la surveillance du module qui pourra le corriger à tout instant, dans le cadre réel de réalisation. Le formateur pourra à partir d'assemblages d'objets (éléments, contraintes, plan d'action) définir la simulation ainsi que paramétriser le moteur.
Résolution stratégique	Permet à l'apprenant de développer sa capacité de résolution de problèmes. Elle sera jointe à un module de simulation guidant la définition du problème et la solution.

## Déroulement et synthèse du sous-projet de recherche

On trouve de multiples plateformes de « e-Learning », proposant parfois des solutions ambitieuses (annexe III) mais les outils de formation disponibles s'appuyant sur les technologies de l'Internet sont souvent limités à la présentation du matériel de formation affiché en utilisant la capacité multimédia des fureteurs mais demeurant proches des CBT utilisant essentiellement une approche statique d'apprentissage. Une personnalisation de l'interaction avec les utilisateurs et une amélioration de la communication directe entre le formateur et l'apprenant devraient améliorer l'apprentissage. L'ajout des fonctionnalités de simulation et de résolution de problèmes devrait aussi être un atout important. L'annexe IX présente une synthèse des activités de recherche réalisées sur une période de trois ans dans la SIO un. L'ensemble des travaux exécutés jusqu'à maintenant nous a permis d'avoir en main les informations essentielles (documentations techniques, état de l'art, prototypes, etc.) pour l'éventuel développement d'un environnement satisfaisant les contraintes exigées. L'utilisation des technologies Internet dans le contexte des e-Learning est réalisable mais plus difficile que dans les approches plus classiques. Des études additionnelles ont dû être réalisées dans le cadre du contrôle à distance des applications par des fureteurs et la vidéoconférence qui continue à causer des problèmes.

### 6.5.8 Système de gestion intégrée des données

La gestion de l'information, au sein des SIO, repose sur un patrimoine applicatif important, dispersé à l'intérieur de différents domaines spécialisés sur des plates-formes matérielles et logicielles hétérogènes. Il est évident que le besoin d'échange entre ces différents systèmes est universel : par contre la majorité des applications n'ont pas de moyen d'échanger avec les autres. Ces mécanismes sont complexes impliquant et demandant des efforts importants d'intégration de la part de l'équipe des TI. Dans le cadre de l'EI, l'acquisition dynamique des informations contenues dans ces applications est fondamentale particulièrement dans la prise de décision.

Nos travaux tentent de répondre au besoin fondamental d'accès à des informations de qualité de notre environnement d'EI pour réaliser ces tâches. L'EI implique d'utiliser des données intégrées ce qui nécessite des échanges autant en différé qu'en temps réel entre les divers systèmes logiciels de la SIO incluant les composantes spécifiques à notre environnement. Le SGID intègre deux composantes chacune répondant à un aspect de l'échange. Les progiciels d'acquisition automatique des données (« Extract-Transfert-Load ») pour extraction-transformation-chargement) sont ceux qui échangent des données en différé, notamment du fait qu'ils brassent d'importantes quantités de données (transfert entre BD, traitement des fichiers, traitement de la volumétrie). L'intégration des applications d'entreprise (EAI « Enterprise Application Integration ») est un outil de routage, de gestion d'évènements qui a pour fonction de passer des messages, contenant de petites quantités de données, en temps réel ou quasi-temps réel d'une application à l'autre. En l'occurrence, juste ce qu'il faut pour que le système puisse assurer sa fonction dans son ensemble.

### **Le système d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE)**

Le système d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE) regroupera l'ensemble des technologies qui permettent aux logiciels d'application, en usage et futurs, de communiquer entre eux et partager des informations de la manière la plus efficace et la plus simple possible, ainsi que de travailler de concert, assurant de cette façon la mise en œuvre optimale des processus de l'entreprise et une administration centralisée du SI. C'est la mise en œuvre d'une réelle collaboration, dynamique, intelligente entre les applications du SI de l'entreprise. Le SIAE devra aussi intervenir pour faciliter la coordination et la standardisation des flux d'informations afin de permettre à l'entreprise de s'ouvrir sur l'extérieur. Nous sommes à la recherche d'une approche qui va permettre de faire communiquer des applications en gérant de manière centralisée les échanges. Le succès dépend de la capacité à partager et manipuler les données de manière consistante, à bâtir des processus automatisés mettant en jeu plusieurs applications et à construire de nouvelles applications en agrégeant des services existants.

## Présentation de la fonctionnalité recherchée

Il s'agit de créer une application pouvant synchroniser des informations identiques mais dispersées dans les applicatifs, de faire communiquer et collaborer différentes applications hétérogènes par échange d'informations, indépendamment des plates-formes et du format des données. La création d'un tel système nécessite des briques technologiques multiples. Les utilisateurs de l'infrastructure d'échange sont des applications connectées qui peuvent être aussi bien des systèmes « front-office », sites web ou portails, que « back-office » serveur, « Middle-wire » d'un service public qui échange des informations avec un autre. Le SIAE devra offrir les fonctionnalités, présentées dans le tableau 6.21, pour assurer l'interconnexion des applications et l'interopérabilité entre les différents SI. La marche d'un EAI suppose que les problèmes exposés dans le tableau 6.22 sont résolus.

Tableau 6.21 Fonctionnalités des systèmes d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE)

Fonctionnalités	Description
Transmettre des données	Offrir un service d'échange de données structurées sécurisé (via Internet), d'une application source vers une destination avec des modifications si nécessaires.
Communiquer entre applications	Assure la communication d'informations entre applications incluant les problèmes physiques et logiques sans intervention dans le fonctionnement interne des applications, qui maîtrisent les fonctions et règles métier.
Minimiser l'intrusion	Assurer une intrusion minimale dans les applications à inter-relier en ne perturbant pas le fonctionnement des applications des applications.
Absorber la charge	Assurer la capacité de support l'augmentation de la charge.
Gérer les processus	Il devra orchestrer le déroulement des processus métier.
Assurer l'intégrité du contenu	Garantir que les données demeurent intègres dans l'acheminement des informations ainsi que dans leur archivage dans l'ensemble des applications.
Gérer des habilitations	Assure l'accès aux données et au SIAE entre acteurs.
Échanges multipoints	Permettre l'envoi des informations vers plusieurs applicatifs simultanés
Offrir un répertoire de services	Formation d'un répertoire global des services Pages Jaunes, bottin d'application, référencé dans le registre de ressources numériques, etc.
Utiliser des standards	Assurer l'utilisation de standards pour chaque élément de l'architecture.
Mise en œuvre d'une architecture flexible	Structuration des applications selon l'architecture (présentation, navigation, traitement, données) assurant que le SEIA fonctionne avec toutes les plateformes existantes et tous les formats de données.
Assurer la sécurité	Offrir des mécanismes permettant d'assurer la sécurité de l'ensemble.
Gestion des métadonnées	Être doté de la capacité à assurer la gestion documentaire.

Tableau 6.22 Les problèmes les plus importants de SIAE

Nom	Description
Référentiel	Dans les cas où le codage des données est différent, il est essentiel d'exécuter un transcodage pour permettre la communication des applications. L'automatisation du transcodage demeurerait approximative car il peut impliquer des pertes dans l'intégrité des données. Pour préserver l'exactitude il faut donc prévoir un transcodage des cas incertains.
Synchronisme	La chronologie des données d'une application varie selon la fréquence de ses mises à jour. Il n'est pas simple de faire communiquer correctement des applications non synchronisées.
Volumétrie	Pour être adéquates, les solutions doivent supporter le volume des données à échanger sinon certains messages pourraient être perdus en raison d'un manque de mémoire.
Traitement des rejets	Il faut définir le traitement (souvent en partie automatique, en partie humaine) des messages que l'interface entre deux applications refuse causant des incohérences temporaires.
Concurrence	Lors d'accès concurrent au même dossier, il faut éviter que des changements parallèles conduisent à l'effacement des modifications valides apportées par un autre usager.
Complexité des données	La difficulté principale de l'intégration est de réconcilier des données liées ou des messages qui existent dans des multiples systèmes applicatifs qui divergent dans l'expression de leurs modèles de données (niveau sémantique et au niveau syntaxique des données).
Consistance	Tout en prévenant leurs utilisations de manière inconsistante.

### Présentation de l'architecture fonctionnelle retenue

Nous choisissons l'architecture (figure 6.15) reposant sur une approche basée sur cinq couches constituant les composantes essentielles de la future solution d'EAI. Des fonctionnalités annexes et transverses à toutes ces couches sont également nécessaires et seront intégrées à pour assurer son bon fonctionnement et sont présentées dans le tableau 6.23.

Tableau 6.23 Composante transversale d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE)

Couche	Description
Paramétrage	Permet d'adapter le fonctionnement des couches Transport, Connecteur, Transformation, Routage et Processus métier.
Développement	Permet d'intégrer dans la plateforme des nouvelles fonctionnalités sous forme de services.
Administration	Permet la gestion globale de la solution, que ce soit au niveau technique ou fonctionnel.
Reporting	Offre des informations décisionnelles concernant les flux de données de la solution.
Sécurité	Gère les niveaux d'accès et solutionne les problèmes de confidentialité, d'authentification, d'intégrité et de non-répudiation des messages (Rousse, 2003).

## Déroulement et synthèse du sous-projet de recherche

Dans le marché, une plateforme EAI comprend un serveur d'intégration muni d'un moteur de règles qui assure l'intégrité du SI, d'un gestionnaire de messages pour l'aiguillage et le transcodage, un gestionnaire de processus formé de connecteurs pour communiquer avec les applications ainsi qu'un « Middleware » orienté message qui assure l'échange des messages. La plateforme permet de gérer les processus et remplit fondamentalement quatre types de fonction soit le routage, la transformation, la connexion avec les applicatifs et le transport des informations. Les caractéristiques attendues par les SIO sont adaptabilité, fluidité, stabilité, robustesse, et sécurité. Actuellement trois architectures d'EAII semblent s'imposer sur le marché. L'architecture centrée réseau distribue naturellement la charge sur l'ensemble des nœuds. L'architecture « Hub and Spoke » centralise tous les messages dans un même concentrateur doté de règles de routage et de transformation (Rousse, 2003). L'architecture centralisée facilite l'évolution et la gestion, comme le montre la figure 6.15.

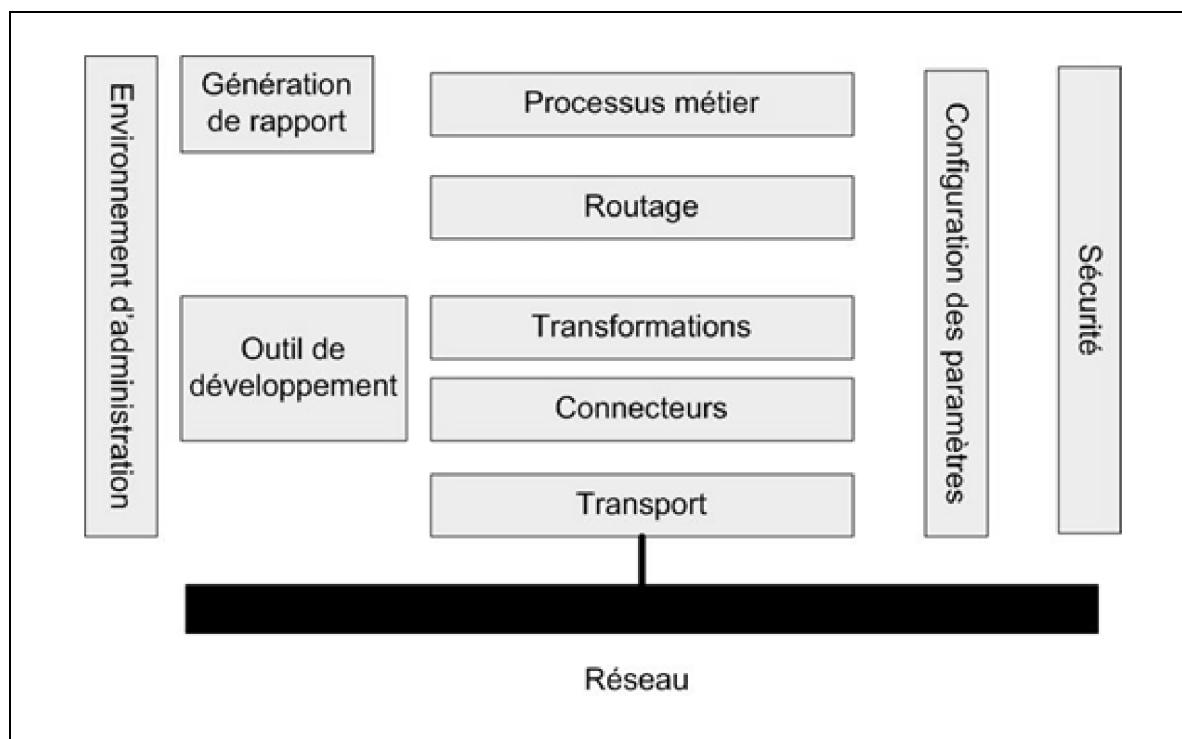


Figure 6.15 Architecture de l'environnement d'intégration d'applications d'entreprise (SIAE)

L'état de l'art a permis de déterminer qu'au niveau de la complexité croissante des informations, différents types d'intégration sont possibles. Au niveau des données il faut assurer leurs transmissions d'une source à une destination avec de possibles transformations. Au niveau des applications il est nécessaire d'intégrer ou de transférer les flux de données, tandis qu'au niveau des processus métier l'ensemble de activités à réaliser, de manière automatisé ou non, par les applications doivent être organisées (Rousse, 2003). Les différents niveaux d'intégration correspondent aux concepts des complexités précédentes.

Il existe plusieurs produits commerciaux et libres sur le marché (annexe III). En revanche, on atteint les limites des logiciels lorsqu'il s'agit de flux massifs ou dans le cas de la resynchronisation des BD. Les plateformes d'EAI remplacent graduellement les infrastructures propriétaires par des standards provenant des serveurs d'applications. Les standards technologiques sur lesquels semblent s'aligner les éditeurs d'EAI devraient permettre de se concentrer sur les couches fonctionnelles mais pour le moment, les solutions proposées restent bien souvent lourdes à implémenter et difficilement adaptables à notre contexte applicatif particulier d'EI. L'acquisition dynamique des données par les technologies d'EAI n'est pas un problème facile car il demande des adaptations de chacun des logiciels à intégrer. Ils présentent l'avantage de centraliser les flux des applications et de pouvoir les traiter au fur et à mesure.

La concurrence sur le marché de l'EAi se divise entre les pionniers qui développaient un serveur d'intégration basé sur un serveur d'applications (annexe III) et les éditeurs de logiciels offrant des plateformes de e-business moins spécialisées. Ces derniers mettent de l'avant leurs technologies d'EAi intégrées à leurs propres serveurs d'applications. L'importance des standards et le coût moins élevé de ces nouvelles plateformes d'EAi ont des répercussions sur les marchés. Ceci permet à beaucoup de petits éditeurs de proposer des connecteurs « standards ». Les éditeurs spécialisés doivent se repositionner sur certaines composantes de l'EAi ou dans un secteur d'activité afin de demeurer compétitif face aux développeurs d'infrastructure d'envergure. Les offres les plus complètes couvrent tous les niveaux de l'intégration jusqu'au « business-to-business ». Plusieurs offres fournissent des composantes

de gestion des processus et une gestion des flux de travail. Des processus métier peuvent être intégrés en tant que Web Service. La majorité offre des composants prêts à l'emploi, des méthodes d'implantation basées sur l'utilisation de standards et des connecteurs (annexe III). Ils supportent tous les types d'interface : temps réel synchrone et asynchrone, batch et une gestion avancée des performances (« load balancing », etc.).

Les diverses expérimentations menées dans le cadre des présents travaux ont démontré que les environnements qui permettent l'intégration des applications logicielles appartenant à un SI donnant ainsi accès à une information de meilleur qualité (intégrée, cohérente, pertinente, exacte, etc.) à l'ensemble des gestionnaires ont un fort potentiel d'application dans divers domaines. Deux volets ont été réalisés durant cette expérimentation (annexe IX). Ces travaux ont montré que l'intrusion minimale peut être assurée par la centralisation des règles de routage, de transformations et par un échange de messages permettant le mode synchrone/asynchrone et le transfert de fichiers. La montée en charge sera garantie par la distribution des efforts sur les différentes composantes matérielles et logicielles du système en éliminant ainsi les goulots d'étranglement par la définition des modalités (standards d'échanges entre les composantes) et la définition d'interfaces standards. La sécurité de l'ensemble sera assurée par l'identification, l'authentification, la communication cryptée, les signatures électroniques ainsi que le cryptage et décryptage de données. La gestion des processus sera assurée via l'organisation de l'exécution des composants du SI impliqué dans le processus et la prise en charge des interactions entre ces composants. Notre environnement fera aussi la gestion des métadonnées et de la capacité à assurer la gestion documentaire.

### **Système d'acquisition automatique des données**

Le besoin d'aller quérir des informations pertinentes vieilles et jeunes dans les SI de production et de gestion pour supporter l'EI et vu la lourde tâche que cela représente, nous avons été obligés d'étudier les approches permettant d'automatiser cette démarche puis à mettre en place un ETL. De plus, l'architecture de l'environnement d'expérimentation prenant en compte la plateforme de communication, les échanges d'information entre les

applications, la mise en place d'un ED et des fonctionnalités connexes oblige au renforcement de l'échange de données entre les diverses composantes. L'ETL devra saisir de manière automatique, selon un calendrier spécifié par l'utilisateur, les données situées quelque part sur un ordinateur accessible par réseau et ceci quel que soit le format utilisé pour entreposer les données (figure 6.16). Puis, après avoir validé les données et réalisé les modifications désirées par l'utilisateur, le système place les informations résultantes dans le format désiré sur l'ordinateur spécifié. Le but de l'ETL est d'automatiser entièrement l'acquisition des données, de façon sécuritaire, nécessaire au fonctionnement de divers systèmes en minimisant l'intervention humaine par l'élimination de la programmation. Dans notre contexte les utilisateurs seront toutes les personnes ou le SI faisant appel aux ressources du module pour mener à bien toutes ou une partie de leurs activités. Le SI est le plus important utilisateur de l'ETL car il lui permet de fournir en temps opportun les données nécessaires.

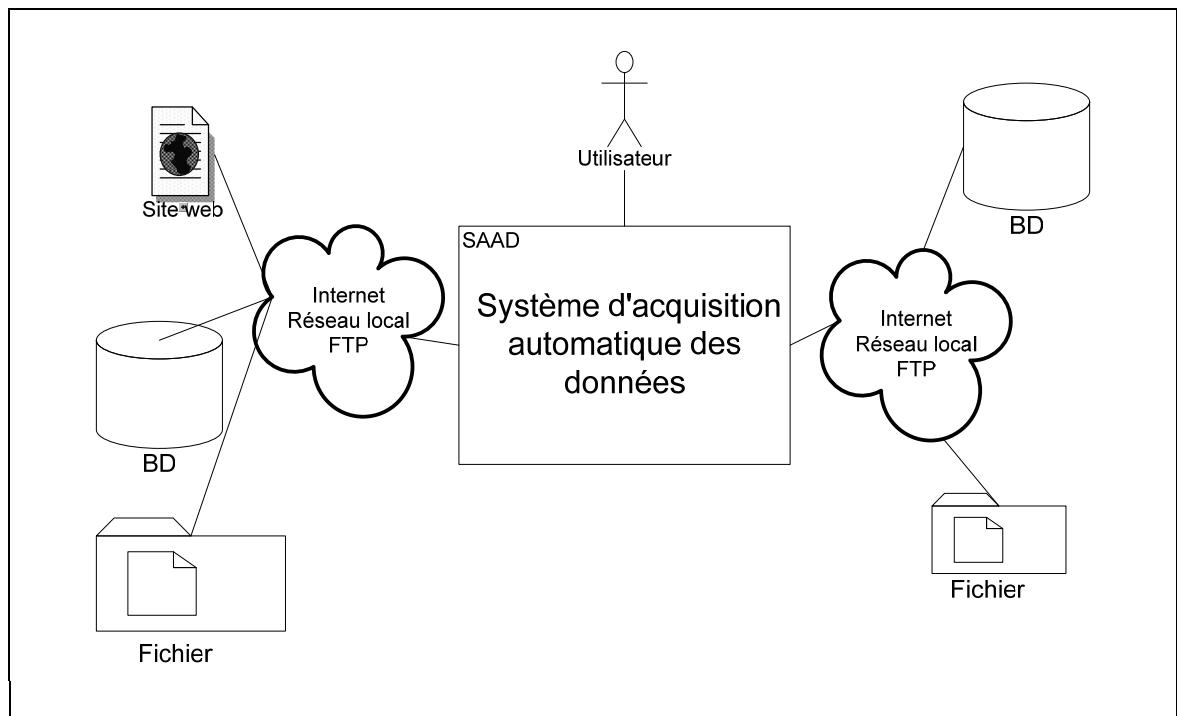


Figure 6.16 Système d'acquisition automatique des données

## Présentation de la fonctionnalité recherchée

Le tableau 6.24 présentera les diverses fonctionnalités que doit réaliser un ETL dans le contexte du support à une SIO.

Tableau 6.24 Fonctionnalités des ETL

Fonctionnalités	Description
Définition des tâches	Permet de définir les diverses informations associées à une tâche. Ceci inclut les utilisateurs, les motifs de sa création, le lieu de saisie et d'entreposage des données. Le système doit être en mesure de recueillir et placer les données situées sur un ordinateur client ou serveur, le réseau local, le réseau de l'entreprise ou sur Internet. On doit connaître les codes d'accès et les informations de connexion aux BD.
Échéancier d'exécution	L'utilisateur du système sera en mesure de définir le calendrier d'exécution des tâches à réaliser par ETL selon une fréquence établie ou selon un horaire établi à la pièce.
Réaliser des transformations	Permet de combiner un ou plusieurs champs pour former un champ résultant unique. Cette fusion peut inclure un certain nombre de calculs mathématiques prédéfinis, des fonctions définies et des opérations relationnelles et booléennes. Elle permet l'ajout de champs constants, de clés et d'index utilisés dans les systèmes de gestion de BD.
Assurer la validation des données	Une validation est réalisée de manière à s'assurer que le fichier est conforme au format spécifié initialement par l'usager. Le mode d'alerte par courriel permet d'envoyer un message configurable spécifique au problème aux personnes spécifiées qui verront à réagir en fonction de la problématique, le second mode permet au système d'exécuter un ensemble de tentatives de correction des données selon les spécifications de l'usager. De plus, on peut ajouter la validation au niveau du contenu des champs en vérifiant s'il correspond à des formats gabarits, des domaines de valeurs, à un maximum permis, etc.
Assurer le transfert	Chaque processus ira cueillir les données à l'endroit et au moment spécifiés dans le réseau et exécutera l'analyse du document selon les spécifications données. L'information recueillie sera ensuite placée à l'endroit spécifiée dans le format spécifié.
Gestion de tâches	Le système permet la gestion des processus actifs (suspension, relance, destruction).
Assurer la supervision	Sera doté des mécanismes nécessaires pour la surveillance des processus actifs. Elle permet au gestionnaire de connaître l'état d'avancement du traitement d'un processus, les erreurs qui peuvent survenir en cours d'exécution ainsi que le statut général du système. Un module historique donne accès à une synthèse de l'exécution des différents processus. Un système d'archivage des diverses exécutions est intégré.

## Présentation de l'architecture fonctionnelle retenue

La figure 6.17 montre les trois modules fondamentaux qui forment le système ETL appelé le SAAD. Le « gestionnaire de l'interface utilisateur » est responsable de la gestion de

l'interface qui permet la communication avec les usagers du contenu et les fonctionnalités du système. L'interface permet la gestion des tâches ce qui comprend leur définition, leur destruction ainsi que la définition des cédules. L'ordonnanceur est une fonction d'un logiciel de gestion spécialisé qui permet d'établir la séquence des travaux et d'en fixer la durée et la périodicité. L'analyseur dynamique réalise l'acquisition et l'analyse des données, leur transformation si nécessaire et leur intégration dans la structure prévue. Le lecteur remarquera aussi les deux éléments en pointillé qui représentent les ordinateurs sur lesquels le système sera exécuté. Notez que le système peut se retrouver sur une seule machine.

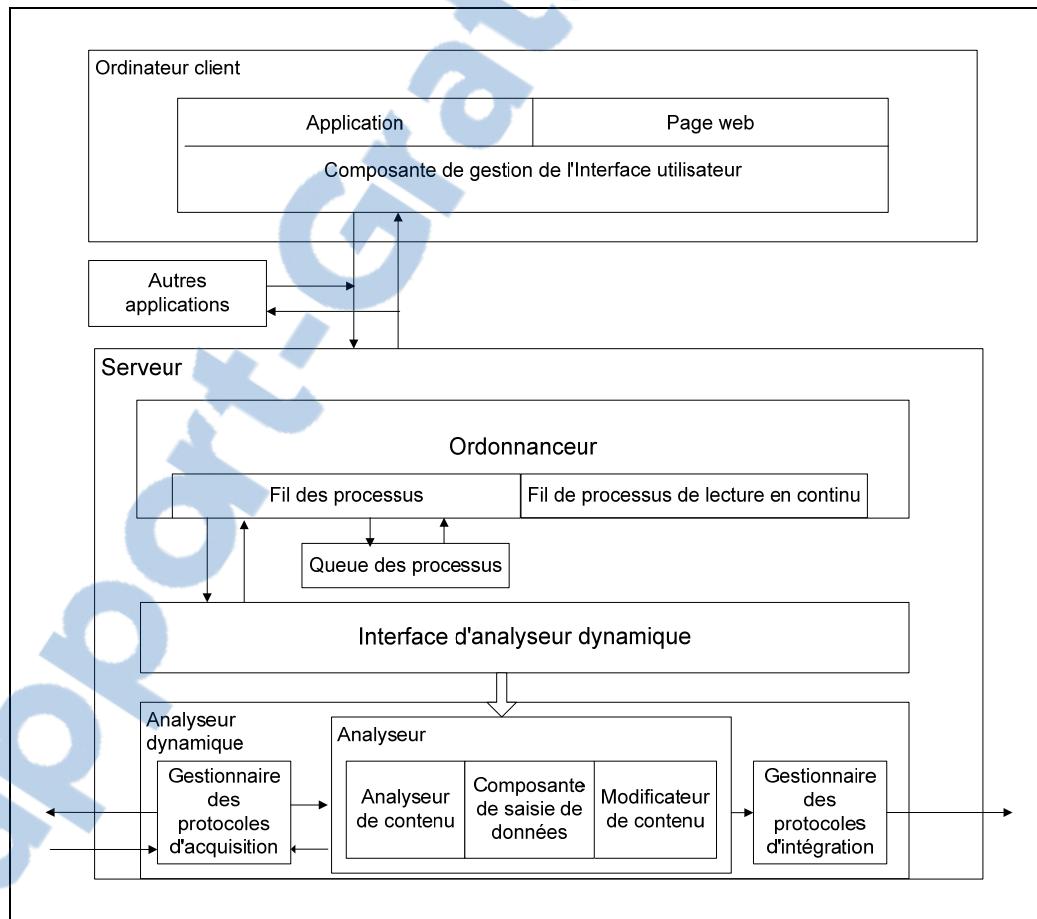


Figure 6.17 Architecture de l'ETL de Softtool le « SAAD »

## Déroulement et synthèse du sous-projet de recherche

Nos travaux ont débuté par une étude de l'offre de manière à déterminer si un produit existant pouvait répondre aux besoins de l'EI en général et de nos SIO en particulier. Les produits offerts sur le marché sont de troisième génération et permettent aux données d'origine d'être extraites, reformatées et chargées dans les diverses destinations selon les règles établies par l'utilisateur. Ces règles deviennent alors des routines de conversion automatique. Ces ETL's offrent des interfaces graphiques qui simplifient le processus de définition des tâches par l'utilisation de métadonnées afin de limiter la programmation nécessaire. Ils offrent parfois de donner en temps réel la charge sur le système selon l'utilisateur, les serveurs ou la structure des processeurs. Certains offrent une architecture évolutive qui permet l'ajout de fonctionnalités selon les besoins. Certaines solutions sont spécialisées et facilitent l'utilisation de leurs applications de BI, ainsi que leur exploitation avec d'autres logiciels tiers. Avec l'état actuel des technologies, l'aide d'un membre de la SI qui comprend comment les données doivent être converties demeure nécessaire.

Au moment où ont été conduites ces expérimentations, aucun logiciel ne répondait aux besoins recherchés pour le déploiement de l'EI dans la SIO. L'entreprise hôte a donc vu une opportunité d'affaires et a décidé de développer sa propre version. Nos travaux avaient permis de définir les requis d'un tel produit et de réduire les risques technologiques associés en réalisant certains cycles de prototypage. Nous avons pu alors réaliser un document de vision et de spécifications qui a permis à l'organisation de réaliser le développement du logiciel. Durant la réalisation des versions, des prototypes ont pu être expérimentés dans le cadre de l'environnement proposé ici et démontrer ainsi la faisabilité de l'approche.

## Système d'entrepôt de données (ED)

Nous définirons l'ED comme une collection d'informations thématiques, intégrées, non volatiles et historisées, extraites de sources numériques variées (BD opérationnelles, bases indicatives, fichiers, etc.), centralisées et normalisées dans une BD spécialisée fournissant

une assistance à la prise de décision (Inmon, 2002). Pilier central du système de l'EI, il permet aux applications de bénéficier d'une source d'information commune, homogène, normalisée et fiable, susceptible de masquer la diversité de l'origine des données. L'ED permet de questionner le système avec une grande diversité d'énoncés, que ceux-ci soient planifiés ou imprévisibles. S'il est possible et souhaitable d'avoir recours à des outils d'édition automatisés et pré-programmés tels que les TB, le système peut alors supporter la création de requêtes sans utiliser un langage de programmation. Elle est aussi un projet d'entreprise qui concerne les différentes unités organisationnelles.

L'ED provient des besoins de l'informatique décisionnelle en données compilées et historisées susceptibles d'impliquer divers métiers. Les données de l'informatique de production traitent des opérations individuelles et transactionnelles qui sont difficilement exploitables dans le contexte de l'analyse décisionnelle. Les systèmes d'aide à la décision, quant à eux, doivent assurer la possibilité de réaliser des analyses par métiers ou par sujets ou de d'effectuer le suivi d'indicateurs. L'unification des diverses sources de données dans un entrepôt global (« datawarehouse ») et la refonte des schémas de données en maintenant sa simplicité est donc nécessaire pour joindre ces deux domaines.

### Présentation de la fonctionnalité recherchée

L'ED se distingue donc des BD de production par les besoins qui ont conduit à sa construction. Son but principal est d'organiser en segments les informations selon des contextes cohérents et faciles d'utilisation permettant une activité décisionnelle spécifique avec des outils d'analyse. Chacun de ces contextes coïncide généralement avec un silo d'informations (datamart) nécessaires aux calculs et à la diffusion des indicateurs. Le tableau 6.25 présente les fonctionnalités de l'ED.

Tableau 6.25 Les fonctionnalités de l'entrepôt de données

Fonctionnalités	Description
Collecte/ Alimentation	Activités de détection, de filtrage, de sélection et d'extraction des données brutes dans leur environnement original. Les sources auxquelles les données sont acquises peuvent être hétérogènes. Leur recherche est effectuée dans une perspective technique et sémantique liée à l'EI (Inmon, 2002).
Intégration	Concentration et mise en forme des données acquises permettant de les réunir dans un ensemble sémantique homogène et unifié par une structure cohérente pour éviter la duplication de données liées à des contextes différents (Inmon, 2002).
Diffusion	Distribution des données afin de les rendre accessibles aux utilisateurs dans des contextes pertinents et adaptés à leurs besoins et aux schémas associés à leur profil. Le contexte de diffusion est multidimensionnel, sa modélisation est réalisée en hypercube (Inmon, 2002).
Présentation	Gérer les conditions d'accès de l'usager aux données prenant en charge les requêtes et affichant les résultats sous diverses formes à l'aide de divers moyens de communication.
<b>Épurées ou transformées</b>	
Filtrage et validation	Sélection et vérifications des données de l'ED afin préserver la cohérence globale. Si des valeurs peuvent intégrer des incohérences référentielles, elles seront rejetées ou incorporées avec un statut particulier.
Synchronisation	Permet de corriger les écarts de durée constatée dans les événements à intégrer dans le référentiel.
Certification	Assure la conformité des données avec les normes ou les standards légaux auxquels se conforme l'entreprise. Il peut s'agir de procédures comptables, de déclarations réglementaires, etc. (Inmon, 2002).
Calculs et agrégations	Exécute les calculs communs aux indicateurs liés à la décision. La structure doit être conçue pour permettre la mémorisation des résultats intermédiaires des requêtes.
<b>Structure des données</b>	
Organiser selon les sujets	En fragmentant les données en plusieurs silos autour des sujets majeurs et des activités de l'entreprise (Datamarts), l'ED permet d'effectuer des analyses par itération ou des analyses sur des sujets transversaux aux composantes de fonctionnements et d'organisations.
Assurer la gestion de métadonnées	assurent l'interopérabilité entre les applications en prenant en charge les informations décrivant les structures des données pour éviter toutes imprécisions ou incohérences.
<b>Gestion des données</b>	
Assurer l'historique des données	Fonctionnalité requise pour effectuer le suivi de l'évolution des valeurs des indicateurs à interpréter. Un référentiel de durée doit être lié aux données afin d'assurer l'identification de valeurs précises.
Gérer les données non volatiles	Afin de conserver la traçabilité, les informations et les décisions prises stockées au sein de l'ED ne peuvent pas être supprimées ni même modifiées et deviennent donc non volatiles.
Consistance	Une requête irrégulière, imprévisible, parfois longue à exécuter lancée à diverses dates sur les mêmes données doit retourner les mêmes résultats.
Assurer une cohérence globale	L'ED requiert donc une normalisation rigoureuse, une gestion homogène des référentiels, un contrôle stricte de la sémantique et des règles de gestion des données traitées de manière à assurer une imbrication et une liaison des divers éléments en constituant un tout logique sans contradiction s'accordant entre elle dans la totalité du SI.

## Présentation de l'architecture fonctionnelle retenue

On divise l'architecture du système d'entrepôt de données (SED) en quatre parties (figure 6.18). Les données sont formées des sources (externes, internes) qui groupent l'ensemble des BD des logiciels variées et utilisant souvent Internet. Un logiciel d'ETL's sera responsable du transfert vers le serveur d'ED qui est une BD relationnelle structurée pour répondre aux besoins définis auparavant groupée à une BD de métadonnées système et des « datamark ». Le système de gestion d'ED est aussi constitué d'un serveur multi-tiers. Les clients sont des TB, les requêteurs, le « datamining », etc.

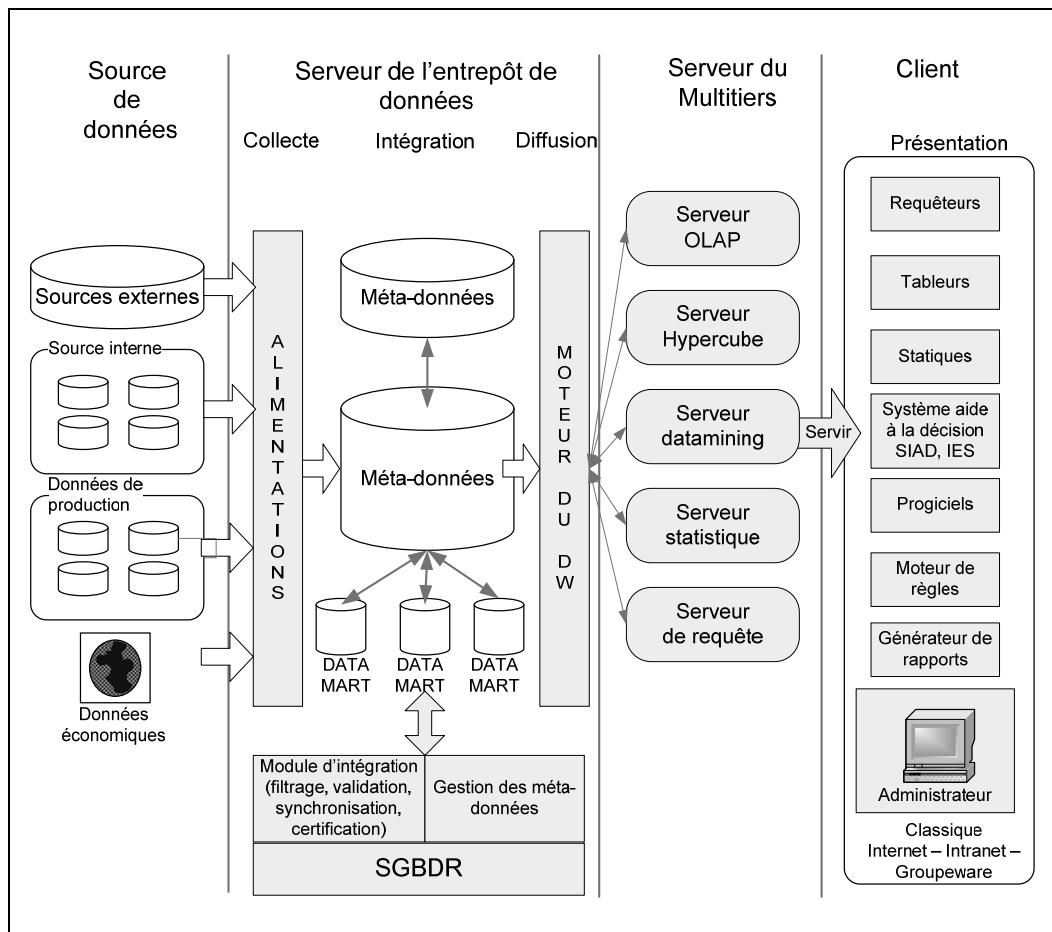


Figure 6.18 Architecture du système d'entrepôt de données (ED)

## **Système de supervision des activités d'affaire (SSAA)**

Le système de supervision des activités d'affaire (SSAA) (en anglais « Business Activity Monitoring » (BAM)) consiste à surveiller l'exécution et de juger du bon fonctionnement général des processus et des chaînes de processus d'entreprise, de l'efficacité de la gestion des activités, des données liées aux applications, des scénarios d'activités ou des flux de travail pouvant impliquer clients et partenaires de l'entreprise, de manière à aligner des actions sur l'activité réelle par la mesure et l'analyse en temps réel des indicateurs. Il permet donc le pilotage de la performance opérationnelle. L'émission d'alertes ciblées par un utilisateur, via un ou plusieurs médias, en cas de déviation vis-à-vis du comportement nominal ou de détection de tendances inhabituelles est un des aspects fondamentaux de cette famille de logiciels. Le déploiement du BAM s'intègre aisément dans un PAC car les indicateurs déployés permettent de réagir aux dysfonctionnements puis de tirer des informations sur la source des erreurs pour conduire des actions de corrections ou d'optimisation en formalisant la gestion des problématiques survenues dans l'organisation.

Au sein d'une SIO, deux populations peuvent tirer bénéfice des projets de SSAA. Le premier groupe est formé des gestionnaires désirant une vue de la performance des processus dont ils sont responsables. La technologie du BAM manipule des indicateurs afin de les aider à tirer avantage des tendances perçues dans les activités en les guidant dans la conception et le lancement des plans d'action visant à répondre à la diminution de la performance. Le second regroupe des intervenants responsables du suivi des opérations qui pourront détecter promptement les dysfonctionnements dans le but de prioriser leur correction selon leurs répercussions et de limiter la visibilité de ces erreurs pour leur clientèle.

## **Présentation de la fonctionnalité recherchée**

Afin de répondre aux objectifs et aux axes de progrès attendus de la part d'une démarche de SSAA outillée, une telle solution doit proposer un certain nombre de fonctionnalités. La solution retenue devra être ergonomique et flexible pour répondre aux besoins des divers

groupes d'utilisateurs, sans engendrer des coûts excessifs en développement. Le tableau 6.26 présente ces diverses fonctionnalités.

Tableau 6.26 Les fonctionnalités d'un système de supervision des activités d'affaire (SSAA)

Fonctionnalités	Description
Supervision	Veille en temps réel sur les activités des processus assurant le suivi de leur exécution de façon unitaire pour un objet ou globale afin de supporter plusieurs niveaux de complexité.
Pilotage	Conduite d'indicateurs de performance déterminés en temps réel présents sous plusieurs formes dont le calcul de la valeur utilise une agrégation de données simple facilitant l'interprétation et la compréhension par l'utilisateur.
Alertes	Le système doit fournir des alarmes configurables accessibles aux usagers par l'interface.
Gestion des dysfonctions	Elles doivent permettre à l'utilisateur de réaliser sur les instances de processus des analyses de cause, d'impact et de risque de dysfonctionnement à l'aide de fonctions assurant la détection, la qualification, la résolution et la prévision.
Analyse	Fonction assurant l'analyse statistique de données grâce à des représentations graphiques.
Sécurisé	Assurer l'accès contrôlé aux divers utilisateurs incluant les systèmes logiciels.
Interopérabilité	Garantir la connexion avec les systèmes utilisés selon le contexte.

### Présentation de l'architecture fonctionnelle retenue

Une solution de SSAA se compose de plusieurs composantes (tableau 6.27), comme le montre la figure 6.19.

Tableau 6.27 Les composantes d'un système de supervision des activités d'affaire (SSAA)

Composante	Description
Collecte	Assurant la connectivité avec les systèmes pour permettre l'acquisition et interprétation des données sources.
Filtrage	Permet la sélection et la corrélation des informations des processus et des activités gérées à l'aide de règles de supervision pouvant être paramétrées ou programmées.
Calcul des indicateurs	Assure l'agrégation et l'analyse des indicateurs ainsi que l'identification des tendances et des écarts. Elle permet aussi d'intégrer des modules intelligents (AG).
Restitution	Module assurant la fabrication et la présentation des rendus graphiques des données et indicateurs, intégrant les services gérant la logique d'accès.
Gestion des données référentielles	Composante qui gère les données référentielles effectuant la définition des événements de collecte de données et des modèles de surveillance (processus, indicateurs, seuils d'alerte, calendriers de suivi).

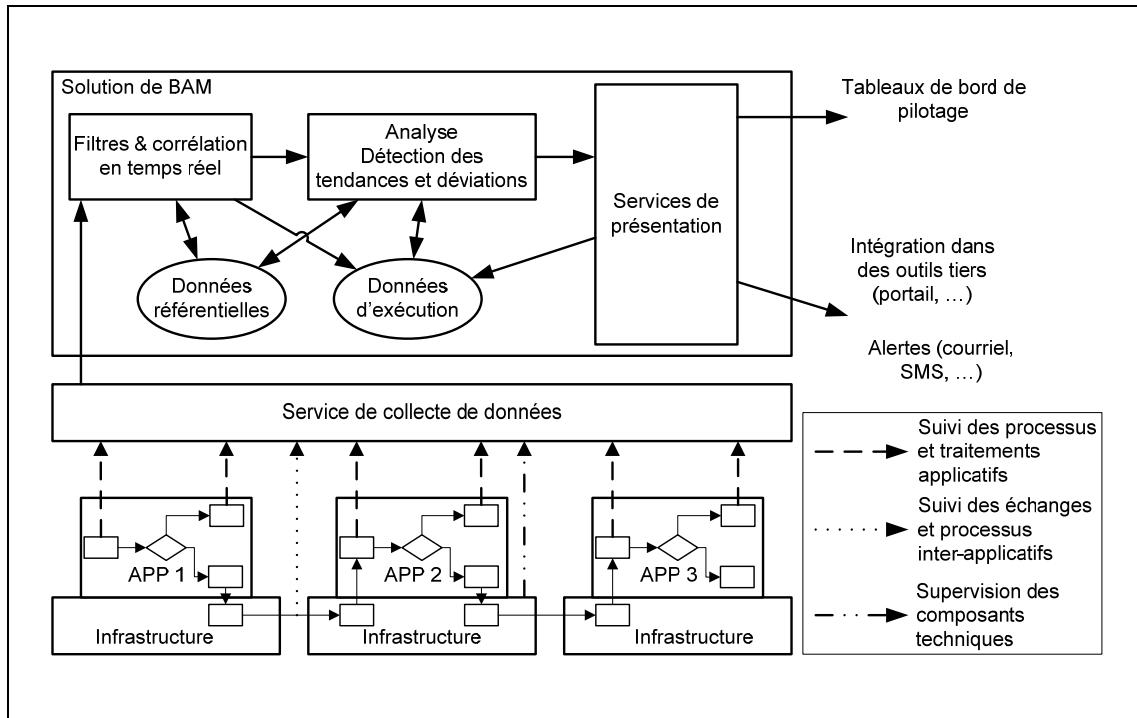


Figure 6.19 Architecture fonctionnelle du système de supervision des activités d'affaire (SSAA)

### Déroulement et synthèse du sous-projet de recherche

Le marché des SSAA se situe aux frontières de la BI, de la gestion des réseaux et de l'EAI. Il s'est imposé autour de 2004. Il était évalué à 15,4 milliards de dollars en 2005 et devait atteindre 22,4 milliards en 2007 (Burstein et Holsapple, 2008; Han *et al.*, 2010). Nos travaux n'ont pas permis de trouver d'utilisation documentée dans les SIO mais plusieurs secteurs fournissent des exemples de mise en pratique réussie avec la réduction des délais d'attente et l'accélération des prises de décision (Bates *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2007).

Les principaux joueurs sont issus de fabricants de logiciel de gestion des processus : leur offre principale repose sur un EAI ou sur la gestion documentaire. Les offres pionnières sont généralement détachées de la gestion des processus. Les fabricants de SSAA ont recours à des technologies provenant des systèmes d'aide à la décision architecturée sur une plateforme

d'intégration exploitant les structures multidimensionnelles des système de gestion de base de données et s'appuyant pour la diffusion des TB sur les techniques des GDC. Certains fabricants proposent un unique outil de diffusion qui peut associer les données d'un ED organisées en silos fonctionnels et acquises de façon asynchrone avec celles du SSAA exposant en temps réel une représentation transversale des processus.

En plus des fonctionnalités de base, les solutions de SSAA disponibles sur le marché offrent souvent une composante dotée d'une interface graphique, permettant le développement de modèles représentant les processus de l'entreprise. Elles offrent des interfaces API et des connecteurs de déploiement assurant l'intégration du SI avec la gestion des processus. On retrouve dans certaines solutions des moteurs d'exécution des flux de travail responsables de réaliser les processus et d'entreposer dans une BD leur état et leur contexte. Des aides au pilotage et à la gestion des rapports, fondés sur des indicateurs précis et significatifs, disposant de TB soutenant la prise rapide de décisions éclairées sont aussi offertes. Un des buts visés par l'environnement est l'AC et le maintien à long terme des pratiques mises en place. Nos expérimentations de PAC corroborent ce fait. Une supervision de l'exécution s'avère donc nécessaire. La technologie du SSAA offre une approche d'automatisation intéressante qui pourrait palier aux faiblesses de la supervision humaine. Les expérimentations subséquentes nous ont montré que l'application de cette technologie à la surveillance de divers éléments de la stratégie, dans la variance des mesures et à d'autres domaines de la SIO est un apport assurant l'AC.

Le développement de ce SSAA a consisté à réutiliser les composantes existantes pour les consolider et les améliorer. La composante de collecte, de filtrage et de corrélation des données est assurée par des éléments du SAAD. Le MGPI et le système de gestion des PI assurent le calcul et la diffusion des indicateurs. Seul le module d'envoi des alertes a été développé. De plus, au moment de débuter ces expérimentations l'étendue des solutions n'était pas celle des offres actuelles : seules des solutions propriétaires étaient disponibles ne permettant pas l'adaptation à nos besoins. Celles le permettant demandaient plus de travail d'intégration que les travaux finalement entrepris.

### 6.5.9 Système informatique d'aide de la décision (SIAD)

Un système informatique d'aide à la décision (SIAD) fournit une présentation synthèse de l'ensemble des données créées ou obtenues par l'entreprise pour aider à la prise de décision. Ces outils permettent essentiellement de grouper des données quantitatives pertinentes en vue de faire des synthèses et de dégager les tendances d'évolution future. Un SIAD ne fournit pas d'explications sur les données mais des indicateurs qui seront ensuite analysés par les gestionnaires dans une étape de travail ultérieure à l'observation. Le SIAD, à ne pas confondre avec l'informatique décisionnelle, doit être complété par des outils d'analyse de données pour comprendre la SIO et ce qui se passe dans son marché.

Le tableau 6.28 présentent de façon synthèse les fonctionnalités décisionnelles généralement présentes dans les SIAD. L'outil de gestion des rapports permet la création de rapports à partir de sources diverses et est une fonctionnalité essentielle dans toute application d'entreprise, permettant notamment aux analystes et décideurs de présenter des données chiffrées. Les rapports sont à ce jour le PI le plus fréquent en entreprise surtout avec l'avènement des formats plus dynamiques comme le web et le chiffrier électronique.

Les efforts consentis dans ce projet de recherche au développement de cet outil ont été volontairement minimaux car il offre peu d'opportunités de recherche et n'était pas central à nos travaux; des travaux parallèles sur l'affichage des indicateurs, le requêteur pour la saisie des données automatiques pour les indicateurs ainsi que l'affichage des données ventilées dans les TB, nous ont conduit à sa quasi réalisation. Beaucoup d'outils existent parmi lesquels on retrouve de très puissants en termes de fonctionnalités. Nous avons choisi l'utilisation de l'éditeur de rapports Open-source iReport, éditeur graphique permettant de créer des rapports en s'appuyant sur l'API JasperReports largement utilisé en Java. Ses principaux atouts sont le support de balises XML, la création en mode affichage intuitif, le support de multiples sources de données ou encore l'intégration dans un environnement de développement intégré à l'aide d'un plugin.

Tableau 6.28 Fonctionnalités des systèmes informatiques d'aide à la décision (SIAD)

Fonctionnalités	Description
Outil de requête Ad-Hoc (requêteur)	Est un outil permettant à l'utilisateur : de construire des requêtes à la demande en définissant les champs; d'exécuter des requêtes préalablement enregistrées en choisissant les critères; de trier les résultats et d'exporter les données. Il permet au décideur de réaliser des enquêtes fouillées sur des problématiques en tant que support décisionnel. Il est utilisé par le système de gestion des PI et ses composantes dans la définition et la génération des divers PI ainsi que par le SAAD dont il est un élément essentiel.
Cube et des hypercubes	Est un construit intellectuel qui rassemble les données selon plusieurs axes utilisés par les SIAD servant ainsi au pilotage de activités de la SIO. L'avantage de ces structures est de permettre le croisement et l'extraction des données de manière interactive suivant des critères non évidents. Il est une représentation graphique des données d'une BD sous la forme d'un cube multidimensionnel, permettant d'analyser ses données sous différents angles : permutation d'axes, tranche, zoom et forage transversal ou latéral.
Chiffrier électronique	Est une application « servant à la création et la manipulation de tableaux numériques ou alphanumériques [...] surtout utilisés à des fins de gestion » en entreprise (OQLF, 2004). Il offre des fonctions de calculs complexes, de gestion de graphiques et de simulation.
Tableau de bord	Représente graphiquement un ensemble d'indicateurs qui donnent à un gestionnaire une vue d'ensemble de la situation afin de lui permettre de prendre les décisions.

### Outil de modélisation statistique

Les statistiques sont un domaine qui a trait de l'analyse des données, en se préoccupant, par diverses méthodes, de faire le lien entre elles pour obtenir des informations statistiques dans le but de décrire les éléments clés contenus dans les données. Les outils de modélisation statistique permettent des choix de modèles, d'estimations, des tests de spécification. Les logiciels de ce domaine sont relativement peu nombreux (annexe III). Cet outil apparaît dans notre environnement car il est utilisé par plusieurs gestionnaires comme base à la prise de décision. De plus, plusieurs systèmes mis en place dans notre environnement se basent sur des modèles statistiques. On le retrouve au cœur de l'approche SixSigma, l'analyse des données du système de veille et dans la formulation du construit de mesure des indicateurs particulièrement dans les fonctions de mesure. Les travaux se sont limités à l'encapsulation dans une API des fonctionnalités de Jmulti et des librairies mathématiques de Java.

### **6.5.10 Système d'information de gestion (SIG)**

Le système d'information de gestion (SIG) est constitué de tous les éléments impliqués dans la gestion, le traitement, le transfert et la diffusion de l'information dans la SIO. Il englobe les BD, les serveurs de données, les systèmes d'archivage, les logiciels de gestion intégrés, les solutions de gestion de relation client (CRM), les applications métiers ou encore les infrastructures réseau.

Lors des expérimentations de la mise en place des processus de gestion des organisations ciblées par nos travaux, nous avons proposé à l'organisation divers logiciels qui ont été mis en place et intégrés à ces pratiques complétant ainsi son portefeuille d'applications. Divers aspects de ces travaux ont été présentés au chapitre quatre. Cette mise en place était nécessaire pour l'expérimentation du présent environnement particulièrement au niveau de la gestion des indicateurs et de l'expérimentation des divers PI car ils sont les sources des données qui alimentent notre ED et qui serviront de base au déploiement de SEI.

### **6.5.11 Système de gestion de production de développement logiciel (SGPDL)**

Le système de gestion de production de développement logiciel (SGPDL) regroupe l'ensemble des applicatifs (figure 6.20) nécessaires aux activités de développement et de maintenance du logiciel dans le cadre d'une SIO. Ce système, défini suite aux diverses expérimentations, répond aux requis des principaux cadres de processus par le support qu'il apporte à la réalisation et à l'automatisation des pratiques spécifiques et certaines pratiques génériques permettant l'atteinte des buts visés par ces approches. Le lecteur retrouvera en annexe III une étude comparative sur les diverses infrastructures et les BI nécessaires à leur support ainsi qu'une présentation des divers documents liés à la définition des besoins. Les expérimentations ont déjà été présentées pour faciliter la présentation et la mise en relation avec le système et les besoins spécifiques. Les fonctionnalités du système opérationnel d'une SIO sont présentées dans le tableau 6.29.

La figure 6.20 présente la suite logicielle qui constitue le SGPDL. On y retrouve cinq modules qui forment les diverses groupements de logiciels aux fonctions complémentaires qui répondent à un domaine spécifique de besoins ainsi que trois logiciels qui ont une portée globale, soit le logiciel de gestion des risques pour lequel un prototype fonctionnel a été réalisé tel que présenté précédemment, le logiciel de gestion de la configuration présenté dans le module de programmation ainsi que le logiciel de gestion des défauts. Les environnements retenus sont illustrés dans la figure 6.22.

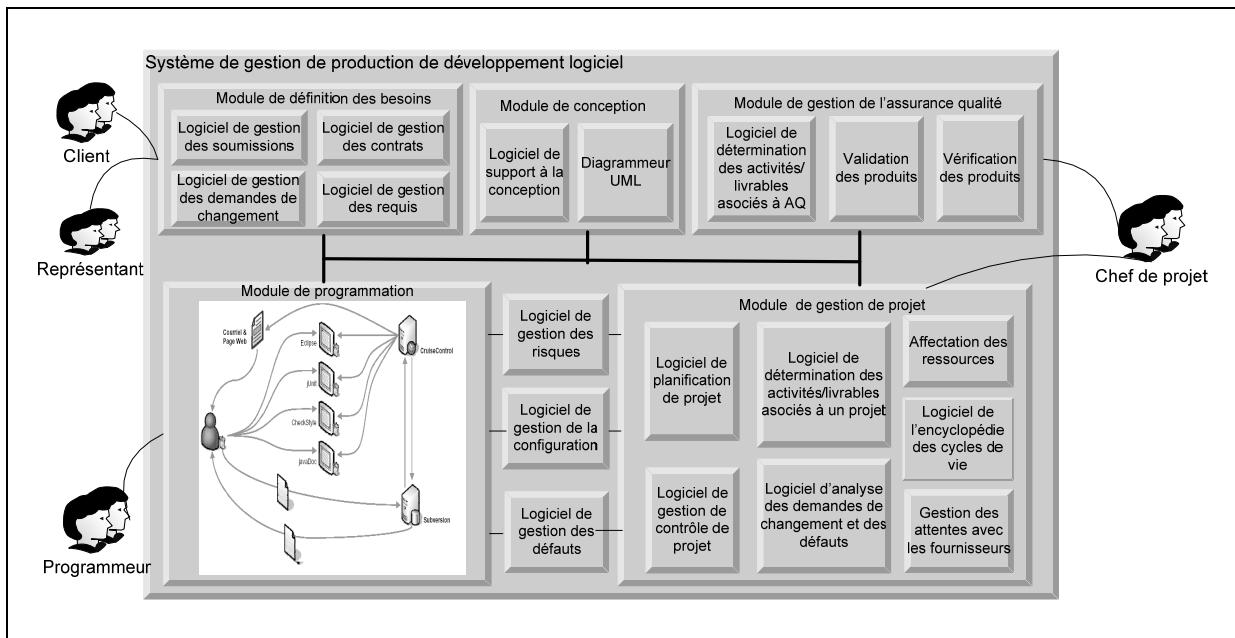


Figure 6.20 Le système de gestion de production de développement logiciel (SGPDL)

Tableau 6.29 Fonctionnalités du système opérationnel d'une SIO

Composantes	Description
Définition des besoins	Permettent de réaliser les activités relatives à la définition des besoins pour la réalisation d'un travail par l'équipe de production. Ceci va de la simple demande de changement, au développement de logiciels en passant par la maintenance de produits existants.
Soumission	Est un outil qui permet de centraliser le travail (création, évaluation, suivi, modifications et acceptations) relatif aux soumissions. Une fois la soumission acceptée, celle-ci va donner lieu à un contrat et éventuellement à un projet. Un prototype a permis la définition des besoins, beaucoup d'attention a été porté à la composante d'estimation.
Demandes de changement	Permet en cours de réalisation de définir des modifications à apporter aux requis logiciels après analyse et négociation avec le client. Un prototype a été développé ainsi qu'une application Web qui est utilisée actuellement par Netcommunications.
Requis	Permet d'assurer la définition et le suivi des modifications des requis. Il a fait l'objet de plusieurs expérimentations et prototypages (chapitre 4). Actuellement une version web est en utilisation dans les deux organisations.
Gestion des contrats	Permet en relation avec la soumission et des gabarits de contrats de définir une entente contractuelle entre le client et l'organisation. Ce logiciel a été développé par l'organisation hôte.
Conception	Regroupe les outils nécessaires à la conception des produits. Ces activités regroupent surtout la réalisation de modèles et de textes descriptifs.
Outil modélisation	Aide visuelle pour élaborer un modèle pour représenter les diverses situations lors du projet. Il automatise certaines tâches fastidieuses de documentation et de gestion de codages.
Gestion d'AQ	Assure la détermination et le suivi des activités d'AQ pour un projet spécifique.
Validations	Assure le suivi des validations faites par les divers intervenants.
Vérification	Permet d'assurer que les actions ont été faites.
Gestion de projet	Regroupe toutes les activités liées à la gestion de projet, comme le montre la figure 6.21. Tel que présenté dans la section précédente nous avons aussi retenu le logiciel GANTT qui assure l'ensemble des besoins de planification, le suivi et le contrôle du projet.
Encyclopédie des méthodologies	Joint à un logiciel de détermination du cycle de vie approprié permettant en se basant sur des cycles d'activités standards de déterminer les actions et les livrables à réaliser en fonction des requis, de déterminer les actions à réaliser dans le projet.
Affectation de ressources	Groupées à une feuille de temps permet la cueillette des données sur l'avancement du projet. Cet ensemble a été mis en place dans les premières phases du projet.
Gestion des attentes	Avec les fournisseurs a été joint au système à titre indicatif car aucun travail n'a été réalisé sur ce dernier.
Module de programmation	Regroupe tout les outils nécessaires au programmeur pour réaliser les activités entourant la production du logiciel. Les choix de Softtool se sont portés sur des outils « Open Source libres » car les avantages sont nombreux mais ces choix s'inscrivent surtout dans une volonté de limiter les coûts. Java est le langage retenu par Softtool pour sa portabilité, sa fiabilité, ses bibliothèques et les avantages de la programmation orientée objet mais aussi pour la culture « open source » qui lui est souvent associée. Chez Net Communications, on distingue principalement trois environnements de développements afin de faire face aux diverses demandes du marché. Le tableau 6.30 présente au lecteur les divers logiciels mis en place dans l'organisation.

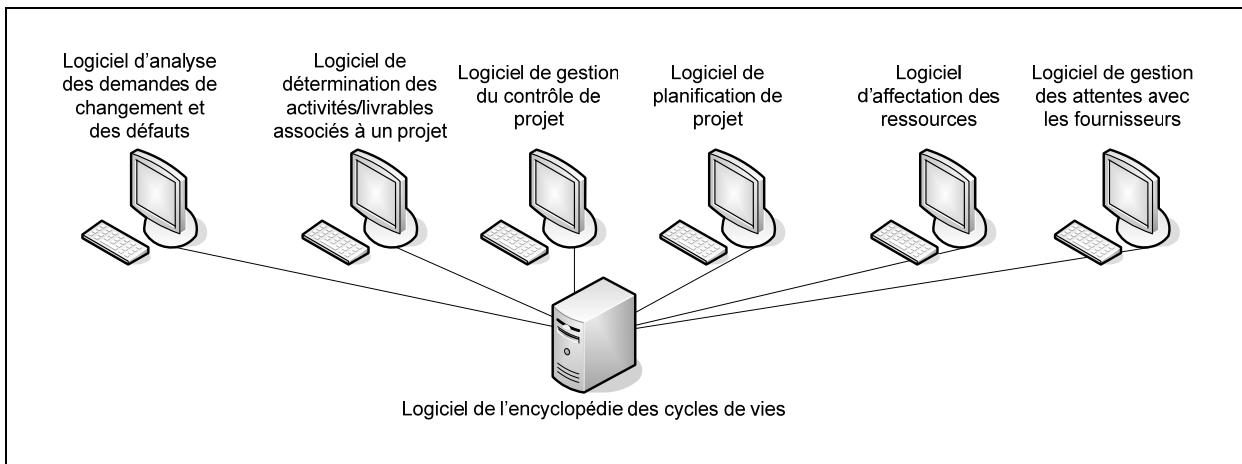


Figure 6.21 Module de gestion de projet

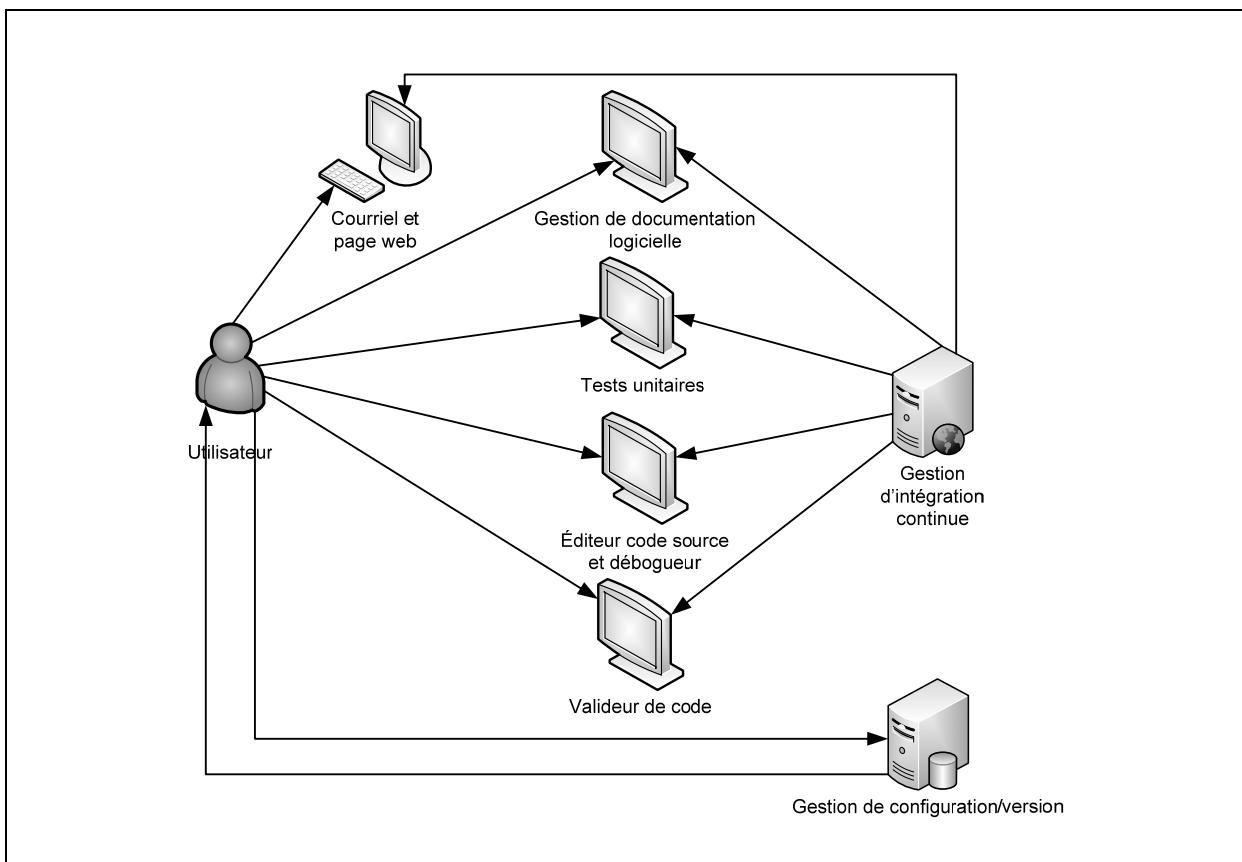


Figure 6.22 Environnements du développeur retenus

Tableau 6.30 Outils logiciels retenus

<b>Outils logiciels</b>	<b>Environnement</b>		
	<b>Java</b>	<b>PHP</b>	<b>.Net</b>
Éditeur code source - débogueur	NetBeans/Eclipse	Zend NEON Eclipse	VS .NET
Outil de « build »	Ant		NAnt
Tests unitaires	JUnit	PHPUnit	JUnit
Validateur de code	CheckStyle		FxCop
Gestion d'intégration continue	CruiseControl		CruiseControl.net
Gestion de configuration/version	StartTeam	Subversion	VSS
Gestion documentation logiciel	JavaDoc	PHPDoc	NDoc

## CHAPITRE 7

### RETOMBÉES INDUSTRIELLES

Ce chapitre présente en trois sections les retombées industrielles de nos travaux de recherche. La première section porte sur l'état de l'art qui, nous l'espérons, aura des impacts tant dans le domaine académique qu'industriel. La seconde section présente les retombées dans les SIO partenaires. Finalement, la troisième section présente les résultats pour l'industrie du génie logiciel en général.

#### 7.1        **Synthèse de l'état de l'art**

Notre état de l'art fait partie des résultats importants de cette thèse. Il représente les premiers résultats exploitables par les praticiens de SIO en offrant une vision synthèse et actuelle des efforts des chercheurs de l'industrie et du milieu académique dans le domaine de l'amélioration des SIO notamment pour les PME même si ces informations sont généralement applicables à l'ensemble de l'industrie du génie logiciel. Des modèles structurants ont été développés permettant d'organiser et de charpenter ces connaissances en un ensemble cohérent structurant. L'organisation de la présentation de cette synthèse repose sur le modèle de cadre intégrateur multidimensionnel et comprend donc les cadres de gestion, les cadres de références à base de BP, le système à base d'indicateurs et l'EI.

##### 7.1.1      **Le cadre intégrateur des cadres de gestion**

Ces travaux nous ont d'abord permis de définir et de clarifier le concept de cadre de gestion. Nous avons d'abord développé un modèle dynamique du cadre dans une SIO représentant la chaîne opérationnelle d'un cadre de gestion permettant le positionnement dans le cycle de gestion des concepts d'AC et de pilotage de l'organisation. L'introduction d'un cycle de rétroaction a situé les IAC et la problématique de la mesure de performance, de l'innovation et du pilotage dans le contexte des cadres de gestion. Nous avons aussi développé un cadre de référence fournissant une structure pour organiser de manière logique l'ensemble des

cadres utilisés dans l'industrie et notre état de l'art. Ce modèle unificateur, appelé cadre intégrateur, propose une structuration en domaines des cadres existants. Il permettra au praticien du génie logiciel d'organiser les divers cadres proposés dans la littérature en fonction de leur intégration dans la SIO, de former une base pour structurer les divers travaux ultérieurs et de définir un modèle de classification des futurs travaux de recherche. Ce cadre intégrateur guidera les praticiens du génie logiciel dans l'analyse de leurs problématiques tout en permettant d'éclairer leurs choix dans leurs résolutions. Cette approche nous permet d'introduire les concepts d'orientation ou gestion stratégique, d'innovation et de valeur organisationnelle.

### **7.1.2 Cadre de référence à base des bonnes pratiques**

La retombée de notre état de l'art sur les cadres de références à bases de bonnes pratiques est une tentative de classification et d'organisation des divers référentiels de BP issus du milieu académique de l'industrie et des domaines liés, au cours des vingt dernières années, basée sur cinq catégories. Nous présentons au praticien une organisation de ces référentiels fondés sur une approche de la qualité produit qui définit la relation entre les initiatives et les éléments impliqués dans la réalisation d'un produit ou d'un service ainsi que la capacité d'une SIO à le réaliser en termes de personnes, de processus et de technologies impliqués, chacune de ces initiatives devant être reliée à un de ces axes. Un second modèle présentant une tentative d'organisation de ces diverses référentielles selon une architecture basée sur la pyramide de Maslow (Bourion, 2010) est proposée. Nous proposons aussi une présentation synthèse de chacun de ces modèles et une étude comparative entre les diverses initiatives d'une catégorie donnée offrant ainsi au praticien un inventaire relativement complet de ce domaine.

### **7.1.3 Système à base d'indicateurs**

Notre synthèse de l'état de l'art sur les SBI fournit aux divers intervenants une clarification des notions d'indicateurs et de système d'indicateurs utilisables dans plusieurs contextes. Nous proposons aussi un ensemble de caractéristiques que doit posséder un indicateur pour

en assurer la qualité. Nous fournissons une synthèse des typographies proposées par les différents auteurs et les praticiens du domaine. Nos recherches bibliographiques montrent clairement que l'application d'une approche structurée de la construction d'indicateurs permet d'assurer le développement d'un indicateur compréhensible, structuré et maintenable, répondant à l'ensemble des caractéristiques d'un bon indicateur. De plus, nous croyons que la norme ISO15939 offre le plus grand potentiel dans son application au domaine du génie logiciel particulièrement dans la partie définition des indicateurs. Nous avons défini trois grandes catégories de SBI contenant chacune plusieurs familles de SI : les TB, SIP et les SGS. Pour chacune nous avons exposé d'abord une brève présentation historique, incluant dans certains cas des utilisations dans l'industrie, suivie d'une définition des concepts et des principales fonctionnalités généralement fournies par cette famille d'outils. Une des retombées importantes est la détermination d'un ensemble de problématiques et de lacunes spécifiques à chaque famille de SBI lors de l'application aux contextes des présents travaux.

#### **7.1.4      Organisation et entreprise intelligente**

Il existe dans la littérature et dans la communauté une grande confusion sur les idées, l'interprétation des concepts et les approches sur l'EI. Nous avons donc tenté une clarification dans le but de faciliter la lecture et l'interprétation de la situation de l'état de l'art. Pour supporter nos recherches, nous avons proposé une organisation de l'EI divisée en types (connaissances, apprentissage, collective, sociale, innovante). Nos études nous ont permis de constater que l'ensemble des concepts, des technologies et des approches utilisées appliquées aux SIO, entreprises à fort CI, permet d'améliorer de manière significative leurs performances. Elles ont aussi mis en lumière un ensemble de caractéristiques, de comportements et de facteurs de succès que possèdent les entreprises qui réussissent ainsi que des bénéfices qu'elles peuvent en tirer que nous désignerons comme EI. Notre état de l'art ayant permis de déterminer que l'EI permet, dans d'autres secteurs, par la compréhension et le discernement, de tirer avantage de l'expérience et que l'alignement sur les performances des données et des informations d'affaires sont les fondations qui nourrissent et permettent à l'EI de fournir la capacité de raisonner, de planifier, de résoudre

des problèmes, de penser de manière abstraite, de fournir des idées compréhensibles et finalement d'apprendre.

## **7.2 Retombées pour les entreprises partenaires**

Nous présentons maintenant les retombées pour les deux organisations partenaires dans ce projet de recherche, divisées en trois groupes :

1. Mise en place d'une infrastructure,
2. Système de gestion (SGS, SMP, SGBP, IAC, ...),
3. Les logiciels intégrés aux portefeuilles d'applications de l'organisation.

### **7.2.1 Netcommunications**

D'une manière générale, suite aux divers éléments déployés lors des expérimentations, les délais de livraison des SI se sont améliorés de dix pourcent. Les processus relatifs au niveau 2 du CMMI ont été mis en place incluant les pratiques génériques et spécifiques. Selon notre dernière évaluation, les pratiques du niveau 2 demeurent en usage dans l'ensemble de l'organisation. L'entreprise chemine maintenant dans la mise en place des processus relatifs au niveau trois du CMMI. De manière parallèle des processus d'affaire ont été introduits dans les pratiques de l'organisation. Le déploiement d'outils logiciels a permis d'assurer une meilleure pérennité des solutions.

Le déploiement d'une infrastructure des processus est en partie responsable de l'amélioration générale. Elle est particulièrement due à la mise en place des processus de gestion des projets basés sur un cycle de vie standard pour l'ensemble des projets, d'une gestion de la configuration et de l'automatisation de la gestion de la qualité assurant ainsi des produits plus solides et des activités reproductibles. Cette situation a entraîné une diminution de la boucle de mise en place et de recorrection. Les produits livrés correspondent mieux aux requis suite à l'utilisation d'un système logiciel intégré de gestion des soumissions, de gestion des requis

et des demandes de changement. Malgré les efforts consentis par les deux organisations, les problèmes d'estimation du travail à accomplir, donc des coûts réels des projets, demeurent un problème presque entier.

Pour que cette infrastructure soit connue de tous, un logiciel de support à la modélisation et à la gestion des flux a aussi été déployé. Suite aux premiers succès, l'entreprise a maintenant un personnel qui se préoccupe de la qualité et qui s'est encadré d'un programme d'AQ et des mesures de performances de ce dernier. Plusieurs BP ont été mises en place comme approche de support au processus. L'entreprise s'est aussi dotée d'outils de modélisation commune par l'utilisation des divers modèles UML. Un indicateur a été développé pour chacune de ces BP en usage. Une étude sur la structure de modélisation des BP a été faite, mais d'autres travaux devront être entrepris. L'entreprise possède maintenant une expertise en évaluation de l'état de ses processus. Un plan de déploiement des niveaux supérieurs de l'infrastructure et de correctifs de problématiques soulevées a été laissé à l'organisation. Plusieurs politiques, processus et pratiques de l'EI ont été intégrés dans la SIO. Elle fait usage d'une base encyclopédique de BP basée sur la structure du SWEBOK. Une cartographie de la connaissance a aussi été mise à la disponibilité des divers intervenants et devra continuer à être maintenue et développée. Les gestionnaires ont aussi intégré des BP liées à l'innovation, notamment à l'amélioration des procédés ainsi qu'à l'organisation. Des processus de veille plus structurés ont aussi été intégrés aux pratiques courantes.

Cette entreprise est maintenant dotée d'un SGS basé sur les concepts du BSC. Plusieurs expérimentations ont été conduites sur le SGS ce qui a permis de définir une vision claire ainsi que les buts et objectifs liés. Ce travail de définition demeure incomplet mais un scorecard global à l'entreprise existe ainsi que ceux liés au premier niveau de la gestion, incluant les principales vice-présidences regroupant les unités administratives de l'organisation. Cet ensemble inclut une vingtaine d'indicateurs. Le système de mesure a aussi été mis en place ainsi que les algorithmes de définition des valeurs. Quatre TB ont été déployés dans l'organisation permettant de suivre divers processus de l'organisation.

Le projet a eu plusieurs impacts sur le portefeuille des applications utilisées par l'entreprise. Plusieurs modifications ont été apportées au logiciel de gestion pour intégrer la saisie des données nécessaires à nos diverses expérimentations comme nous l'avons présenté au chapitre six. Des logiciels de CRM, ERP, de gestion du personnel et un logiciel de gestion du parc informatique ont été déployés et sont au cœur des activités des processus de gestion de l'organisation. La gestion du processus et la gestion des flux de travail s'appuient maintenant sur le logiciel Bonita (BonitaSoft, 2006). Chacun des projets entraîne le lancement du flux de tâches qui est géré par ce logiciel dans l'ensemble du cycle de vie. Le logiciel assure que chacune des activités est réalisée. Un logiciel de gestion de la configuration et de suivi des erreurs a été intégré aux pratiques courantes, ce qui assure le suivi des processus liés. Chaque programmeur est doté d'un environnement de programmation standard qui inclut les logiciels de tests unitaires et intégrés ainsi que l'automatisation de la documentation interne au programme. De plus, dans le cadre du projet, l'ensemble des activités liées à la gestion journalière du réseau a été automatisé ainsi que la gestion des activités de gestion des clients, qui est maintenant supportée par un groupe de logiciels de manière à fournir les données de base aux TB de gestion réseau. Le gestionnaire de réseaux utilise le TB ainsi que les clients.

### **7.2.2 Softtool**

Cette SIO a pu bénéficier de travaux réalisés dans le contexte de la première entreprise dû au décalage de trois mois dans le démarrage du déploiement de l'infrastructure, ainsi que des autres IAC. Selon la dernière évaluation conduite après la mise en place de l'infrastructure, des processus se situent à mi-parcours dans le troisième niveau de ces pratiques mais il existe des lacunes dans sa mise en place. Certains éléments du niveau 4 et 5 du CMMI ont été mis en place lors de la conduite des expérimentations sur la gestion stratégique et du système de mesure. L'entreprise n'avait pas clairement défini sa vision, ni ses buts et objectifs. Un BSC partiel a été réalisé et est utilisé de manière semi-automatisée. Une version plus définie du TB de projet a été mise en place. Les approches proposées dans le chapitre quatre ont été expérimentées. Un portefeuille d'applications relativement similaires à la première SIO a été déployé mais des adaptations ont dû être effectuées.

Cette organisation a en main les documents de vision, de spécifications des requis et les prototypes nécessaires au développement d'un environnement de support à la gestion d'EI, ce qui implique la gestion des divers PI incluant les SBI dans une approche automatisée, centralisée et permettant leur réutilisation. Elle assure la gestion des divers types de CI, des divers aspects de l'innovation et des IAC. L'ensemble des activités est fait en coordination avec la stratégie de la SIO. Cet environnement est conçu sur une plateforme logicielle qui offre une structure de composantes qui permet le développement rapide d'applications. Nos travaux de recherche ont permis de développer plusieurs applications logicielles dont quelques-unes sont déjà en phase de commercialisation. Le SAAD est utilisé directement par le partenaire d'affaires dans une dizaine de situations de gestion telles que le transfert des informations de l'horaire télé chez Vidéotron, le transfert des diverses données pour le commerce électronique, etc. Le GDC, premier produit issu de nos travaux, a été vendu comme outil de gestion de sites web et d'intranet dans une quarantaine d'organisations. Finalement, le logiciel issu de nos travaux sur la gestion des initiatives liées aux PAC et plus particulièrement du Six Sigma a fait l'objet d'une commercialisation intense de la part du partenaire et une licence de vente a été réalisée avec un des plus importants joueurs de l'industrie nord américaine.

### 7.3 Retombées générales sur l'industrie du génie logiciel

Cette section divisée en quatre domaines, présente les retombées anticipées par nos travaux sur les pratiques des SIO de type PME. Le premier domaine regroupe les retombées sur les pratiques par l'utilisation d'approches basées sur des BP incluant les infrastructures des processus. Le second domaine présente les retombées de l'ensemble du cycle de vie des TB. Le troisième domaine examine la gestion stratégique d'une SIO. Le quatrième présente les retombées pour la mise en place d'une entreprise intelligente.

### **7.3.1 Retombées de l'utilisation d'approches basées sur des bonnes pratiques**

Dans les pratiques courantes nous assistons souvent à la mise en place de BP de manière spontanée rendant difficile, même impossible, leur évaluation. Nous avons constaté que cette situation conduit de façon générale à un arrêt de son utilisation dans un délai relativement court. La mise en place de mécanismes automatisés de réalisation ainsi qu'une surveillance continue par un TB, supportée par des indicateurs permet de prolonger la durée d'utilisation de la BP et même de la rendre permanente. Cette approche permet une évaluation de l'impact de la BP sur l'activité visée, mais pas son impact sur la performance générale de la SIO.

Après l'expérimentation de diverses approches il apparaît qu'ISO15939 est la meilleure approche pour la définition d'indicateurs pertinents. L'approche proposée dans la norme pour l'évaluation d'un processus est très pertinente et adaptée à cette tâche mais dans le cadre d'une PME son application générale à l'organisation devient onéreuse. Les indicateurs ainsi définis doivent faire partie des TB entièrement automatisés. Cette approche s'avère efficace pour l'évaluation de la perspective « Processus de gestion interne » dans la gestion stratégique d'une SIO. Elle ne propose pas de mécanisme pour l'évaluation globale de la performance, ni d'approche pour la gestion de la stratégie.

Pour garantir une amélioration globale de l'organisation, il faut s'assurer de connaître la situation réelle de l'organisation : ceci est impossible sans une définition minimale des processus. La mise en place d'une infrastructure des processus permet, aux praticiens, de connaître la structure et l'ordonnancement de l'organisation. Elle est minimale pour s'assurer de la capacité de reproduire les livrables et de réaliser de meilleures évaluations du travail à faire, qui est une des préoccupations des dirigeants. Cette approche permet aussi la comparaison avec d'autres organisations. Un SMP est essentiel pour connaître l'état de la situation et son évolution. Pour cela nous avons proposé un groupe d'indicateurs pertinents (annexe VII) pour une SIO de type PME.

Même si des évaluations complètes et sporadiques de l'organisation ont lieu, la mise en place d'un programme de performance nécessite un suivi plus dynamique. Nos expérimentations ont démontré que la mise en place d'un système de performance est une approche permettant d'avoir des mesures plus exactes. Cette centralisation assure une intégration des diverses mesures et une cohérence des indicateurs. De plus, elle peut servir de base à la réutilisation des indicateurs. Nous proposons aussi sur cette base une approche qui permet de savoir si l'organisation améliore ses performances ou pas. Pour assurer la pérennité des mécanismes mis en place par les programmes d'AC au moins un indicateur doit être mis en place pour chacune des nouvelles activités ou dans les processus qui leur sont associés. On doit aussi s'assurer que les indicateurs nécessaires à la gestion de base des performances des processus étaient déjà présents.

Selon nos diverses expérimentations et notre état de l'art, la mise en place d'une infrastructure des processus, d'un SMP et d'un SGS produit de la rigidité dans les opérations de productions logicielles et diminue la réactivité globale d'une SIO. Pour diminuer ces facteurs, nos expérimentations ont démontré que l'intégration dans l'infrastructure des processus des divers concepts liés à l'EI et des indicateurs correspondants dans la stratégie de l'organisation est une approche satisfaisante.

Nous avons proposé dans le chapitre 2 à la section 2.5.3 de notre revue de littérature les processus de mise en place de la GC. L'annexe VI présente une description de divers processus nécessaires à la gestion d'autres aspects de l'EI et du CI. Nous constatons que pour les praticiens de l'industrie, l'impact réel de l'utilisation d'une infrastructure de processus est fortement lié à la détermination, à l'usage, à l'évaluation et au suivi des BP associées.

### 7.3.2 Retombées au niveau du tableau de bord

Dû au grand nombre d'informations à prendre en compte et la fréquence des mises à jour, le traitement de manière manuelle du système de gestion de la génération des produits d'information induits est très difficile. Nos travaux nous ont permis de conclure que les TB

utilisés dans une organisation doivent être conviviaux mais ceci n'est pas suffisant : on doit s'assurer d'une information de qualité. Pour cela, les indicateurs développés doivent être dotés des bonnes caractéristiques présentées dans nos travaux. L'utilisation de la norme ISO15939 comme approche pour la définition des indicateurs permet d'assurer le développement d'indicateurs dotés de ces bonnes caractéristiques.

Nos travaux nous permettent de conclure qu'il est impossible avec les technologies actuellement disponibles sur le marché de développer des systèmes d'informations à base d'indicateurs permettant de répondre assez rapidement à des coûts acceptables aux BI particulièrement dans les entreprises nécessitant une grande réactivité comme les SIO. Dans une organisation, les TB doivent être conçus et gérés à partir d'un réseau d'indicateurs qui répond aux BI des décideurs. Un outil de gestion des informations liées aux indicateurs (entité, construit de mesure, cibles) centralisé devient dans ce contexte un outil d'information essentiel à la SIO. Le gestionnaire doit être en mesure de créer le PI qui répond à son besoin d'information de manière facile et conviviale. La saisie et le traitement des informations de base nécessaires doivent être totalement automatisés.

### **7.3.3 Retombées au niveau de la gestion stratégique d'une SIO**

Une amélioration dans son essence suppose que l'on a un objectif, une direction, une cible vers lesquels orienter les travaux. Dans le cadre d'une entreprise, ceci se traduit par la définition d'une stratégie qui doit orienter les IAC en concordance avec la mission conduisant à la réalisation de la vision partagée et connue de tous les intervenants dans toute la SIO. La présence d'un SMP dynamique est essentielle à la gestion de la stratégie.

Nos recherches sur les SGS appliqués aux SIO nous permettent de conclure que les approches proposées ne varient que par le type, le nombre de niveaux et le nombre de perspectives prises en charge. Aucune approche ne définit les indicateurs associés, ni de méthode structurée pour les définir incluant les mesures à considérer. Suite à notre état de l'art et nos premières expérimentations de l'approche du BSC, cette approche est apparue

comme la plus répandue, offrant la meilleure opportunité et le plus de potentiel. Cette approche du BSC propose de créer un lien entre les indicateurs, les cibles et initiatives permettant la mise en place d'un SGS, mais elle n'offre aucune approche pour le formaliser. De plus, elle permet la coordination des diverses initiatives avec les indicateurs de manière à assurer la gestion de la stratégie. Par contre, comme nous le soulignons précédemment, plusieurs lacunes demeurent à lesquelles nous avons tenté de répondre. Les paragraphes qui suivent présentent diverses retombées de nos travaux pour l'industrie.

Nos travaux, dont deux groupes d'expérimentation dans les SIO cibles, ont permis le développement d'une méthodologie pour la mise en place et la gouvernance de la stratégie et du SGS basé sur le BSC couvrant l'ensemble du cycle de vie dans le contexte d'une SIO de type PME. Elle s'appuie sur la norme ISO15939 pour assurer la définition des indicateurs. Elle décrit les phases, les activités et les tâches à réaliser ainsi que les livrables correspondants. Plusieurs outils logiciels ont été développés particulièrement pour la ventilation des indicateurs dans la SIO. Nous avons développé un modèle basé sur le « *i\** » pour assurer une définition structurée de la vision et de sa transformation vers les buts en plus d'assurer un meilleur équilibre entre les perspectives.

Le BSC est un outil qui centralise la prise de décision sur la stratégie de l'organisation au gestionnaire de haut niveau, ce qui n'est pas optimum pour plusieurs raisons, mais particulièrement pour la difficulté d'intégrer les innovations des intervenants des autres niveaux hiérarchiques. Pour prendre en compte le besoin de bidirectionnalité du SGS, nous avons défini des approches pour l'amélioration de la communication entre les divers intervenants et ajouté un assouplissement de l'approche top-down permettant l'intégration des apports ascendants à la stratégie par la hiérarchie organisationnelle. Il est aussi possible de laisser une certaine liberté au gestionnaire de tous les niveaux en accordant des budgets discrétionnaires orientés vers les IAC. De plus, on peut aussi demander aux individus de proposer des éléments d'amélioration organisationnelle. Le BSC ne propose pas de mécanisme de communication; un système de collaboration qui permettra une communication bilatérale entre les intervenants sur la stratégie peut être ajouté. L'autre

apport de nos travaux est une approche pour consolider les valeurs des indicateurs à un point de l'organisation permettant d'évaluer la situation à un point donné dans le modèle de gestion stratégique. Divers algorithmes permettant le calcul des ces valeurs ont été proposés à l'annexe VIII.

#### **7.3.4 Retombées de la mise en place de concept de l'entreprise intelligente**

Les solutions mises en place pour améliorer les performances et soutenir ces actions à long terme créent un statisme dans les organisations qui tend alors à les faire résister aux défis imposés par un haut niveau de compétitivité et aux changements nécessaires dans le monde du génie logiciel en perpétuelle évolution. Nous avons déjà noté que les SGS, quelque soit le modèle retenu, sont des instruments relativement contraignants dans la mise en place d'IAC même à un niveau local. De plus, le déploiement d'une infrastructure des processus, même si elle est positive dans son ensemble, entraîne, de par sa nature intrinsèque, une rigidité dans le fonctionnement de l'entreprise.

Une des approches proposées dans cette thèse est d'augmenter la portée de certaines perspectives pour rendre le modèle plus flexible par l'incorporation de divers aspects de l'EI. L'ajout dans la perspective portant sur les processus d'affaire interne d'un ensemble d'indicateurs permettant de mesurer l'évolution des processus associés à la gestion de l'EI pourrait permettre un assouplissement de la gestion stratégique. Les processus nécessaires pour rendre l'EI ne se retrouvent pas centralisés dans une perspective ou dans une fonction de l'organisation mais distribués dans son ensemble même souvent au niveau des activités et des tâches. La gestion et l'intégration du CI et des BP associées doivent être faites directement dans le travail quotidien. L'intégration dans le SGS d'indicateurs portant spécifiquement sur la flexibilité de la SIO permet d'assurer une meilleure réactivité. Ces derniers sont joints à l'élargissement de la perspective client en prenant en compte l'environnement de celle-ci, tout en permettant à l'entreprise dans son ensemble, d'améliorer de manière significative ses performances et d'intégrer les concepts relatifs à l'intelligence économique. Nous avons aussi développé un modèle intégrateur qui assure l'évaluation

globale de l'organisation de manière à permettre de connaître sa valeur et de suivre son évolution dans le temps permettant de savoir si nos initiatives s'exprimant en termes des IAC liés à la stratégie, ont permis une amélioration globale de l'organisation. Cette approche, jointe aux éléments précédents, permet de prendre en compte les divers capitaux intangibles. Elle vise particulièrement les SIO de type PME mais est applicable dans des unités organisationnelles de plus grosses entreprises.



## CONCLUSION

Les SIO sont confrontées à l'augmentation de la compétitivité, la hausse de l'exigence des intervenants, une décroissance de l'accessibilité de la main-d'œuvre, ainsi qu'à des échecs et des pertes financières dues aux lacunes dans les projets logiciels. Pour les aider avec ces enjeux, des approches prenant en compte leurs spécificités, en particulier celles des PME, ont été déterminées. Trois groupes de besoins concernant les clients, la SIO et les actionnaires ont été identifiés. L'insatisfaction des clients serait due à la longueur et au dépassement des délais de livraison, ainsi qu'aux livrables ne se conformant pas aux exigences. Pour la SIO, la difficulté à quantifier les coûts réels, à respecter les engagements selon les risques et à fournir une qualité constante des produits logiciels est problématique : elle allonge le cycle de vie en augmentant les coûts de développement et de maintenance. Pour les actionnaires, les besoins sont la minimisation des pertes de profits et la pérennité du capital investi. Le but général de nos travaux est la conception et l'expérimentation d'un programme de mesure supportant l'AC et la pérennité des SIO. Trois objectifs spécifiques ont été précisés pour atteindre ce but :

- 1- Déterminer un moyen de mesurer de façon efficace, dynamique et continue les différents paramètres de la SIO permettant ainsi de juger de l'impact et du maintien des modifications apportées par un PAC;
- 2- Développer un modèle de gestion de la stratégie permettant de focaliser les PAC vers une optimisation globale de la SIO afin d'assurer sa pérennité et des gains de valeur en prenant en compte l'ensemble des actifs sans limiter la capacité d'innovation;
- 3- Déterminer une approche pour connaître l'état de la situation organisationnelle pour soutenir les gestionnaires dans leur contrôle et leur pilotage à tous les niveaux décisionnels de la SIO en fonction de ses diverses structures organisationnelles.

Notre état de l'art a structuré les connaissances du domaine en un ensemble cohérent réunissant :

- un modèle dynamique a été créé pour organiser les cadres de gestion et positionner dans le cycle de gestion l'AC et le pilotage;
- le cadre intégrateur est un second modèle détaillant la phase d'exécution de la chaîne opérationnelle de gestion des cadres en organisant leurs domaines;
- une structure de classification des cadres de référence des BP a été basée sur cinq catégories d'initiatives pour définir la relation entre les PAC et la réalisation d'un livrable de qualité, en tenant compte des ressources disponibles;
- ces initiatives ont aussi été organisées selon une architecture basée sur la pyramide organisationnelle;
- une synthèse et une étude comparative par catégories des PAC des modèles ont aussi été réalisées;
- l'étude des SBI et des typologies a permis de retenir trois catégories de SBI (TB, SMP, SGS);
- un modèle d'organisation des connaissances de l'EI a été développé selon cinq types d'intelligence.

Les expérimentations ont d'abord porté sur l'amélioration des performances par le biais de BP, mais leur application dans le temps était trop volatile pour le pilotage de la production logicielle et l'impact de l'évaluation d'une BP localement à un processus était difficilement identifiable. Il fut décidé de déployer dans les deux SIO hôtes l'infrastructure du CMMI pour les domaines de processus du niveau 2 et 3. Les évaluations SCAMPI qui ont ensuite été conduites ont démontré une évolution significative du niveau de performance grâce au déploiement des processus des différents domaines. Grâce à la configuration logicielle, la recherche et la reprogrammation de code ont été minimisées. Des pratiques éprouvées ont été reproduites en toute connaissance de l'état réel des travaux par la planification, la supervision et le contrôle de projet. Grâce à la gestion des requis et l'assurance qualité, la collaboration entre les intervenants a été favorisée afin d'améliorer la qualité de façon durable et mesurable

en satisfaisant les besoins et exigences des clients. Les pratiques de gestion courantes ont été structurées en supportant la gestion de la production avec les processus d'affaires.

Les processus du niveau 3 du CMMI ont ensuite été mis en place dans les SIO. Lors de la deuxième série d'évaluation Scampi, la disparition de nombreuses pratiques et le manque de stabilité des processus ont été constatés, nuisant à la qualité continue des livrables. Des activités liées à la conformité des usages avec les descriptions des processus, des approches continues et proactives d'identification et de gestion des risques et des ajustements aux processus de gestion de projet ont été réalisés afin d'améliorer la pérennité des mécanismes mis en place. Malgré ces efforts, une instabilité et un manque de consistance dans l'usage des processus demeurent possiblement causés par une mauvaise gestion des connaissances, les changements d'orientation et le manque de mesures quantitatives communes.

Les expérimentations visant à atteindre nos objectifs spécifiques ont été classées dans sept domaines, qui ont été présentés au chapitre 3.

1. Le premier domaine est le système de mesure et a impliqué la détermination des caractéristiques d'un bon indicateur en utilisant une approche structurée et incrémentale pour leur définition basée sur la norme ISO15939. Cette approche et des fonctions clairement définies ont amélioré le rapport de causalité entre les entités mesurées. La structure fondamentale du SMP est un scorecard extrait du BSC, où l'objectif devient le BI. Les mesures indépendantes d'un élément d'information sont assemblées en système pour mesurer des parties ou l'ensemble de la SIO avec des valeurs actuelles, dynamiques et en quasi temps réel. Nos adaptations au concept de SMP permettent de connaître l'état de la qualité organisationnelle en fonction des structures. Le SMP a intégré l'utilisation des indicateurs dans la démarche des processus, permettant ainsi leur mesure tout en agrémentant la ventilation de valeurs à tous les niveaux et à chacune des ressources des unités administratives. Ce modèle aligne les activités de mesure et d'analyse, la diffusion des résultats et les pratiques spécifiques associées. Un modèle générant une valeur unique présentant l'état global de la SIO, ainsi que son avancement ou son recul, a été défini.

2. Nos travaux sur le domaine des TB ont montré que l'utilisation des TB en tant que PI engendre des bénéfices directs et marqués. Les indicateurs pertinents développés auparavant avec notre approche de définition ont pu être intégrés dans des TB de gestion pour superviser et mesurer les impacts du déploiement des activités d'un processus sur la performance. Les TB supportent une prise de décision plus informée, dynamique et structurée, ainsi qu'une surveillance et un contrôle sur une plus longue période des pratiques d'une IAC afin d'assurer, malgré le stress inhérent, la pérennité des mécanismes. L'expérimentation de prototypes logiciels a permis la modification des indicateurs et la réduction des coûts de la gestion des informations de qualité nécessaires à une prise de décision efficace.
3. Pour le domaine des PAC, nos travaux ont montré qu'un suivi dynamique, rapide et moins demandant des performances locales des processus est possible avec un TB automatisé. L'intégration des PAC dans un SGS permet d'évaluer l'impact du PAC global. Elle implique le déploiement d'un SMP basé sur une infrastructure des processus stabilisant les mesures et le déploiement des BP. Une infrastructure des processus incluant les activités de gestion et les BP associées, ainsi que des mécanismes automatisés de surveillance continue, favorise la survie à long terme des innovations apportées par les PAC. Ce déploiement est le moyen préconisé pour atteindre notre premier objectif spécifique. Le traitement manuel de ces informations est cependant presque impossible et leur informatisation représente des investissements importants pour des SIO, notamment les PME.
4. Les expériences sur le SGS ont porté sur une méthodologie structurée de gestion de la stratégie corporative définissant le poids et la pertinence d'un indicateur par rapport à la stratégie. Un modèle de buts a été défini pour transformer la vision et la mission en buts ventilés en objectifs dans les scorecards de manière cohérente afin de tenter d'équilibrer les perspectives. Nous avons exposé une approche de ventilation de la valeur globale vers les perspectives et ensuite vers les objectifs prenant compte des relations entre les perspectives. Nous avons finalement déterminé un modèle qui permet l'évaluation de

l'organisation vers une valeur unique à partir des indicateurs de la stratégie. Un SGS basé sur le BSC et ventilé jusqu'au niveau des individus a été déployé pour évaluer les efforts des personnels sur le positionnement réel de la stratégie. Un mécanisme de collaboration bidirectionnelle ventile les responsabilités aux employés. Nos expérimentations ont confirmé que le déploiement d'un modèle de gestion de la stratégie basé sur les concepts du BSC intégrant un SMP permet de connaître l'apport d'un PAC et de focaliser vers une optimisation globale, afin d'atteindre notre second objectif spécifique. Par contre, le SGS produit de la rigidité dans les opérations de production logicielle, diminue la réactivité globale et limite la capacité d'innovation.

5. L'introduction des processus liés à l'EI équilibre la rigidité causée par l'imposition d'une stratégie descendante et le besoin d'intégrer une innovation ascendante. La définition des caractéristiques d'un comportement intelligent et de ses facteurs de succès a été réalisée pour tenter de permettre à la SIO d'agir avec intelligence dans toutes les circonstances. Nos travaux ont visé à instaurer une culture et une philosophie de gestion appliquant des politiques supportant les comportements mettant en évidence la contribution des employés. Des activités ont été intégrées aux processus pour supporter les fonctions individuelles. La disponibilité des ressources, la modification des politiques de gestion, le déploiement et l'adaptation des processus associés permettent d'éliminer les entraves corporatives à l'apprentissage en s'appuyant sur l'usage volontaire. Selon nos travaux, il semble impossible de gérer la quantité d'informations nécessaire à l'EI sans un support de la technologie.
6. Nos travaux nous ont conduits à définir un cadre intégré de gestion pour créer et agencer les éléments des diverses structures en interrelations, déterminer leurs rapports en vue d'un rendement optimal et veiller à l'adaptation et à l'amélioration de la structure par un contrôle constaté. Ils nous ont aussi permis de déterminer un cadre conceptuel prenant en compte l'ensemble des orientations des cadres unidimensionnels.

7. Plusieurs efforts ont été faits pour définir un environnement collaboratif multi-langues pour supporter l'ensemble du cycle de vie des produits logiciels, réduisant les ressources dédiées aux traitements de données nécessaires aux BI, au pilotage et aux opérations courantes. Nos prototypes ont laissé présager une diminution de l'utilisation des ressources attribuées pour favoriser l'efficacité, la réactivité et la participation à l'AQ, et garantir la livraison dans les temps. Nos travaux ont déterminé les besoins fonctionnels puis déduit les fonctionnalités du système supportant la production, ainsi qu'une architecture technique et fonctionnelle. Les composantes logicielles nécessaires au SGS, au SMP et au support aux concepts de l'EI ont été intégrées à la plateforme. Elle inclut les logiciels du système de production et du SI de gestion au travers d'un SGID. Des travaux d'automatisation de la gestion des indicateurs et de la production des différents PI, ainsi que le déploiement d'un SMA comme support à la gestion d'EI et à la gestion stratégique ont été réalisés.

Nos travaux nous ont donc permis de définir une architecture de solutions pour permettre une AC qui prend en compte la valeur globale de l'entreprise fournissant ainsi un suivi de la pérennité de la SIO et qui répond aux lacunes liées au SGS, au SMP et au PAC, répondant ainsi à notre troisième objectif. Nos recherches ont visé à déterminer des approches destinées aux SIO pour le développement et la maintenance d'un logiciel fiable, utilisable, livré en temps voulu conformément au budget fixé et répondant aux BI et à la gestion de l'information des gestionnaires et de l'organisation requérante. Ces approches favorisent la réalisation d'un maximum de profits et la pérennité pour une SIO. Les principaux livrables sont un ensemble d'indicateurs aux caractéristiques documentées; des modèles (cadre intégrateur, modèles d'organisation des infrastructures des BP, architecture des modèles de BP, ...) qui structurent les connaissances de l'état de l'art; une architecture incluant un modèle intégrateur de mesure de performance, un modèle de but et un SGS qui inclut un SMP; la spécification pour le développement d'un environnement logiciel collaboratif; des prototypes et des logiciels livrables incluant des logiciels de support à la production.

Des travaux ultérieurs devront être conduits pour améliorer les éléments du modèle de mesure supportant l'amélioration continue de la productivité et la pérennité des SIO. Des indicateurs expérimentés dans plusieurs contextes devront s'ajouter au modèle. Des algorithmes et alternatives n'ont pu être explorés dans la définition de la valeur unique et devront faire l'objet d'expérimentations. Des problèmes liés à l'usage de BP sont à étudier, dont l'absence de langage de modélisation formelle ou de normes supportant leur expression et la difficulté pour l'utilisateur d'accéder dynamiquement aux BP appropriées au bon moment pour juger leur valeur, leur pertinence et leur niveau de généralisation. Des recherches devront être effectuées sur la gestion des évolutions des indicateurs dans un environnement opérationnel, en raison de la complexité due aux relations de causalité. La gestion de la dimension temporelle nécessite une approche pour considérer les activités pouvant se manifester à des moments différents divisés entre le temps concret et le temps signifiant. Le problème d'équilibre et de causalité déductive dans le SGS n'est pas complètement résolu. Des expérimentations dans d'autres SIO permettraient de valider le modèle et ses éléments, puis d'enrichir et de compléter nos résultats de recherche.



## BIBLIOGRAPHIE

- Abrahamsson, Pekka, Michele Marchesi et Frank Maurer. 2009. « Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming ». In *10th International Conference, XP 2009*. Sardinia, Italie: Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K.
- Abran, Alain, Luigi Buglione et Roberto Meli. 2001. « How Functional Size Measurement Supports the Balanced Scorecard Framework for ICT ». In *FESMA-DASMA 2001 (4th European Conference on Software Measurement and ICT Control)* (Heidelberg, 9-11 mai 2001). p. 70-81.
- Abran, Alain, et James W. Moore. 2001. *Swebok : Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. Piscataway: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 200 p.
- Adler, P.S., et S.W. Kwon. 2000. « Social Capital: The Good, the Bad and the Ugly ». In *Knowledge and Social Capital: Foundations and Applications*, sous la dir. de Lesser, Eric L. p. 89-115. Boston: Butterworth-Heinemann.
- AF. 2005. *Dictionnaire de l'Académie française*, 9 édition. Paris: Imprimerie nationale et éditions Fayard, 1244 p.
- AFAI. 2000. « Présentation de COBIT V4.1 ». In *Association Française de l'Audit et du Conseil Informatiques*. <<http://www.afai.fr/index.php?m=29>>.
- AFGI. 1992. *Evaluer pour évoluer, les indicateurs de performance au service du pilotage*. Paris: Association française de Gestion Industrielle.
- AFITEP. 2001. *Dictionnaire du management de projet*. Saint-Denis: Association française de normalisation, 337 p.
- Aidemark, Lars-Göran. 2001. « The Meaning of Balanced Scorecards in the Health Care Organization ». *Financial Accountability & Management*, vol. 17, n° 1, p. 23-40.
- Akao, Yoji. 1991. *Hoshin Kanri : Policy Deployment for Successful TQM*. New York: Productivity Press, 256 p.
- Anderson, Henrik, et Gavin Lawrie. 2002. « Examining Opportunities for Improving Public Sector Governance Through Better Strategic Management ». In *PMA2002*. Boston: 2GC Limited. <<http://www.2gc.co.uk/pdf/2GC-CP-IPSG-090312.pdf>>.

- Anne, Abdoulaye. 2003. « Conceptualisation et dissémination des « bonnes pratiques » en éducation : essai d'une approche internationale à partir d'enseignements tirés d'un projet ». Genève: Bureau International d'Éducation de l'UNESCO. <[http://portal.unesco.org/education/en/file\\_download.php/f1685fde2633dd9b3b20fd828d6bfa92abdoulaye.pdf](http://portal.unesco.org/education/en/file_download.php/f1685fde2633dd9b3b20fd828d6bfa92abdoulaye.pdf)>.
- Antonovsky, Aaron. 1987. *Unravelling the Mystery of Health : How People Manage Stress and Stay Well*. San Francisco: Jossey-Bass.
- APM. 2007. « ITIL ». In *ITIL*. <<http://www.itil-officialsite.com>>.
- Argyris, Chris. 2003. *Savoir pour agir : Surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel*. Dunod, 330 p.
- Argyris, Chris, et David A. Schön. 1995. *Organizational Learning II: Theory, Method, and Practice*. 305 p.
- Atkinson, Maurice. 2004. « Measuring the Performance of the IT Function in the UK Health Service Using a Balanced Scorecard Approach ». *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, vol. 7, n° 1, p. 1-10.
- Auckenthaler, Brice, et Pierre d'Huy. 2003. *L'Innovation collective*. Coll. « Entreprise & Carrières ». Liaisons, 236 p.
- Ax, Christian, et Trond Bjornenak. 2005. « Bundling and Diffusion of Management Accounting Innovations - The Case of the Balanced Scorecard in Sweden ». *Management Accounting Research*, vol. 16, n° 1, p. 1-20.
- Ayala, Claudia P., Carlos Cares, Juan P. Carvallo, Gemma Grau, Mariela Haya, Guadalupe Salazar, Xavier Franch, Enric Mayol et Carme Quer. 2006. « A Comparative Analysis of i\*-Based Agent-Oriented Modling Languages ». In *SEKE 2006 : Eighteenth International Conference on Software Engineering & Knowledge Engineering*, sous la dir. de Zhang, Kang, George Spanoudakis et Giuseppe Visaggio. p. 657-663. San Francisco.
- Balantzman, Gérard. 1997. *L'avantage coopératif : Le partenariat, la coopération, l'alliance stratégique*. Paris: Les Éditions d'Organisation, 190 p.
- Barr, John H. 1998. « Integrating the Management System and Balanced Scoreboard ». In *Annual Quality Congress* (Mai 1998). Vol. 52, p. 401-406. Philadelphia.
- Basili, Victor R., P. Costa, M. Lindvall, M. Mendonca, C. Seaman, R. Tesoriero et M. Zelkowitz. 2001. « An Experience Management System for a Software Engineering Research Organisation ». In *SEW '01 : 26th Annual NASA Goddard Software Engineering Workshop*. Washington: IEEE Computer Society.

- Bate, Roger, Dorothy Kuhn, Curt Wells, James Armitage et Gloria Clark. 1995. *A Systems Engineering Capability Maturity Model, Version 1.1*. Software Engineering Institute. <<http://www.sei.cmu.edu/reports/95mm003.pdf>>.
- Bates, John, Gareth Smith, Richard M. Bentley, James Arsenault, Aston Chan, Kevin A. Palfreyman et Robert Scott Mitchell. 2008. *Automated Construction and Deployment of Complex Event Processing Applications and Business Activity Monitoring Dashboards*.
- Batra, Roopali. 2006. « The Balanced Scorecard : An Indian Perspective ». *ICFAI Journal of Management Research*, vol. 5, n° 8, p. 7-27.
- Bayad, Mohamed, Guy Arcand, Michel Arcand et Nada Allani. 2004. « Gestion Stratégique des Ressources Humaines : Fondements et modèles ». *Revue internationale des relations de travail*, vol. 2, n° 1, p. 74-93.
- Beecham, Sarah, Tracy Hall et Austen Rainer. 2003. « Software Process Improvement Problems in Twelve Software Companies : An Empirical Analysis ». *Empirical Software Engineering*, vol. 8, n° 1, p. 7-42.
- Beigbeder, Charles. 2009. « Nos entreprises jouent l'anti-crise ». *Le Rézo-Mag' du MEDEF* 93, n° 7 (septembre 2009), p. 8.
- Belcourt, Monica, George W. Bohlander, Scott A. Snell et Arthur W. Sherman. 2004. *Managing Human Resources*. Nelson College Indigenous.
- Bellotti, Francesco, Alessandro De Gloria, Marco Risso et Alessandro Villamaina. 2001. « AutoGraL : Java 2D graphics library for configurable automotive dashboards ». *Computers & Graphics*, vol. 25, n° 2, p. 259-268.
- Benedicneti, Kuigi, Giancarlo Succi et Tullio Vernazza. 2001. « Improving Engineering ». *ACM Applied Computing Review*, vol. 9, n° 2, p. 13-16.
- Benediktsson, Oddur. 2002. « Failed Software Development Projects : Lessons to Be Learned ». In *Oddur Benediktsson*. <<http://notendur.hi.is/oddur/publicat/02/GLA-FEB2002.pdf>>. Consulté le 4 février 2002.
- Berchet, Claire. 1996. « Modélisation pour la simulation d'un système d'aide au pilotage industriel ». Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Berrah, Lamia Amel. 1997. « Une approche d'évaluation de la preformance industrielle : Modèle d'indicateur et techniques floues pour un pilotage réactif ». Grenoble, Institut national polytechnique de Grenoble, 233 p.

- Berrah, Lamia Amel, Vincent Clivillé et Alain Haurat. 1999. *Rapport de l'Audit effectué pour l'établissement Fournier Frères Analyse - Conception*. LISTIC Polytech'Savoie, 54 p.
- Berrah, Lamia Amel, Vincent Clivillé, M. Hazallah, Alain Haurat et F. Vernadat. 2001. « PETRA Un guide méthodologique pour une démarche de réorganisation industrielle ». In *Rapport d'activités 2001 du LGIPM*. p. 101. Université de Metz.
- Berrah, Lamia Amel, et F. Vernadat. 2002. « Perception et évaluation de la production, approche de la performance dans le pilotage ». In *Fondements du pilotage des systèmes de production*. p. 181-203. Editions Hermès.
- Bhat, K.P. 2006. « Balanced Scorecard - A Tool & Strategic Management ». In *9th Strategic Management Forum Conference from 20th May - 23rd May 2006*.
- BI, et F.R.A. 2001. « Panorama des solutions de gestion de la connaissance ». In *Université du Québec à Chicoutimi*. <<http://sbisrvntweb.uqac.ca/archivage/12228548.pdf>>.
- Binder, Z., G. Kallel et X. Pellet. 1985. « Conduite décentralisée coordonnée d'atelier ». *Automatique-production informatique industrielle*, vol. 19, n° 4, p. 371-387.
- Bloomfield, Charles. 2002. *Bringing the Balanced Scoreboard to Life : The Microsoft Balanced Scoreboard Framework*. Insightformation.
- Blundell, B., H. Sayers et Y. Shanhan. 2003. « The Adoption and Use of the Balanced Scorecard in New Zealand: A Survey of the Top 40 Companies ». *Pacific Accounting Review*, vol. 15, n° 1, p. 49-74.
- Boehm, Barry W. 1986. « A Spiral Model of Development and Enhancement ». *ACM SIGSoft Software Engineering Notes*, vol. 11, n° 4 (Août 1986), p. 14-24.
- Boehm, Barry W., et F.C. Belz. 1989. « Applying Programming to the Spiral Model ». *ACM SIGSoft Software Engineering Notes*, vol. 14, n° 4 (Juin 1989), p. 46-56.
- Bogan, C.E., et M.J. English. 1994. *Benchmarking for best practices : winning through innovative adaptation*. New York: McGraw-Hill.
- BonitaSoft. 2006. « Bonita ». In *BonitaSoft*. <<http://www.bonitasoft.com>>.
- Bontis, Nick, Nicola C. Dragonetti, Kristine Jacobsen et Goran Roos. 1999. « The Knowledge Toolbox : A Review of the Tools Available to Measure and Manage Intangible Resources ». *European Management Journal*, vol. 17, n° 4, p. 391-402.
- Booch, Grady, James Rumbaugh et Ivar Jacobson. 2000. *Le processus unifié de développement logiciel*. Paris: Eyrolles.

- Bourion, Christian. 2010. « La pyramide des responsables : Proposition d'un modèle décrivant les étapes de la maturité organisationnelle dans l'exercice de la responsabilité ». *Revue internationale de psychosociologie*, vol. 16, n° 39, p. 383.
- Bresciani, P., A. Perini, P. Giorgini, F. Giunchiglia et J. Mylopoulos. 2004. « Tropos : An Agent-Oriented Software Development Methodology ». *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol. 8, n° 2 (may), p. 203-236.
- Brimson, J.A., et J. Anto. 1998. *Activity-Based Management : for Service Industries, Government Entities and Nonprofit Organizations*. New York: John Wiley and Sons, 376 p.
- Brown, Greg, Betty H.C. Cheng, Heather Goldsby et Ji Zhang. 2006. « Goal-Oriented Specification of Adaptation Semantics in Adaptive Systems ». In *Proceedings of the ICSE'06 Workshop on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems (SEAMS)* (May 2006). Shanghai.
- Browne, Jimmy, John Devlin, Asbjorn Rolstadas et Bjorn Andersen. 1999. « Performance Measurement : The ENAPS Approach ». SINTEF.  
<http://www.prestasjonsledelse.net/publikasjoner/Performance%20Measurement%20The%20ENAPS%20Approach.pdf>.
- Brunsson, Nils, et Johan P. Olsen. 1998. *Organizing Organizations*. Copenhagen Business School Press, 352 p.
- Brustoloni, J.C. 1991. *Autonomous Agents: Characterization and Requirements*. CMU-CS-91-204. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.
- Brynjolfsson, Erik. 1993. « The productivity paradox of information technology ». *Communications of the ACM*, vol. 36, n° 12 (décembre), p. 67-77.
- BSI. 2010. « Balanced Scorecard Professional Certification ». In *Balanced Scorecard Institute*. <http://www.balancedscorecard.org/Certification/tabcid/363/Default.aspx>.
- Buchanan, David A. 1997. « The Limitations and Opportunities of Business Process Re-engineering in a Politicized Organizational Climate ». *Human Relations*, vol. 50, n° 1, p. 51-72.
- Buggie, Frederick D. 2000. « Beyond 'Six Sigma' ». *Journal of Management in Engineering*, vol. 16, n° 4, p. 28-31.
- Buglione, Luigi, et Alain Abran. 2000. « Balanced Scorecards and GQM: what are the differences? ». In *FESMA-AEMES 2000 Conference* (18-20 octobre 2000). Madrid.

- Buglione, Luigi, et Alain Abran. 2001. « Multidimensionality in software performance measurement : the QEST/lime models ». In *SSGRR 2001 : 2nd International Conference on Advances in Infrastructure for Electronic Business, Science, and Education on the Internet* (6 août 2001). L'Aquila.
- Buglione, Luigi, et Alain Abran. 2005. « Improving Measurement Plans from Multiple Dimensions : Exercising with Balancing Multiple Dimensions - BMP ». In *1st Workshop on "Methods for Learning Metrics", METRICS 2005*, (19-22 September 2005). Como, Italie: 11th IEEE International Software Metrics Symposium. <<http://metrics2005.di.uniba.it/learining-metrics-workshop/Buglione.pdf>>.
- Bukh, Per Nikolaj, et Teemu Malmi. 2005. « Re-examining the Cause-and-Effect Principle of the Balanced Scorecard ». In *Accounting in Scandinavia - The Northern Lights* sous la dir. de G. Ahonen, S. Jönsson et J. Mouritsen. Malmö: Liber.
- Burstein, Frada, et Clyde W. Holsapple. 2008. *Handbook on Decision Support Systems 2*. Coll. « International Handbooks on Information Systems ». Springer, 175-193 p.
- Cameron, Bobby. 2009. *Business Realities Drive It Globalization*. Forrester Research.
- Caron-Fasan, Marie-Laurence. 2008. « Accompagner l'innovation dans les entreprises : de la veille technologique à la veille usage anticipative ». *La Revue des Sciences de Gestion, Direction et Gestion* n° 231-232, p. 19-26.
- Castonguay, Alec. 2006. « Mise au rancart du registre des armes de chasse - Autopsie d'un désastre financier ». *Le Devoir*. 27 mai 2006.  
<<http://www.ledevoir.com/politique/canada/110145/mise-au-rancart-du-registre-des-armes-de-chasse-autopsie-d-un-desastre-financier>>.
- CEDIP. 2006. « L'organisation apprenante ». In *CEDIP*.  
<[http://www.cedip.equipement.gouv.fr/article.php3?id\\_article=197](http://www.cedip.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=197)>.
- Cérruti, Olivier, et Bruno Gattino (92). 1992. *Indicateurs et tableaux de bord*. Association française de normalisation.
- CFPI. 2001. « Cadre de gestion des ressources humaines ». Commission de la fonction publique internationale.  
<[http://icsc.un.org/resources/pdfs/ppd/hrmframe/icsc\\_hrm\\_fra.pdf](http://icsc.un.org/resources/pdfs/ppd/hrmframe/icsc_hrm_fra.pdf)>.
- Chaib-draa, B., I. Jarras et B. Moulin. 2001. « Systèmes multiagents : Principes généraux et applications ». In *Principes et architecture des systèmes multi-agents*, sous la dir. de Demazeau, Jean-Pierre Briot et Yves. Hermès Science.  
<<http://www.damas.ift.ulaval.ca/~ift18254/sma.pdf>>.

- Chandler, Alfred Dupont. 1962. *Strategy and Structure : Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*. Cambridge: MIT Press.
- Chandler, Alfred Dupont. 1977. *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*. Belknap Press of Harvard University Press, 624 p.
- Chandler, Alfred Dupont. 1989. *Stratégies et structures de l'entreprise*. Paris: Éditions d'Organisation.
- Chandler, Alfred Dupont. 1993. *Organisation et performance des entreprises*. Éditions d'Organisation, 302 p.
- Chartier-Kastler, Cyrille. 1995. *Précis de conduite de projet informatique*. Éditions d'Organisation, 464 p.
- Chaumier, Jacques. 2006. *Document et numérisation : enjeux techniques, économiques, culturels et sociaux*. Paris: ADBS éditions.
- Chen, Mu-Yen, et An-Pin Chen. 2004. « Knowledge management performance evaluation: a decade review from 1995 to 2004 ». *Journal of Information Science*, vol. 32, n° 1, p. 17-38.
- Chomsky, N. 1962. « Explanatory Models in Linguistics ». In *Methodology and Philosophy of Science*, sous la dir. de E. Nagel, P. Suppes et A. Tarski. p. 528-550. Stanford: Stanford University Press.
- Chomsky, Noam. 1956. « Three models for the description of language ». *IRE Transactions on Information Theory*, vol. 2, n° 3, p. 113-124.
- Chou, Amy Y., et David C. Chou. 2007. « The complementary role of business process reengineering and information technology to total quality management practices ». *International Journal of Information Systems and Change Management*, vol. 2, n° 1, p. 21-29.
- Chung, L., B.A. Nixon, E. Yu et J. Mylopoulos. 2000. *Non-Functional Requirements in Software Engineering*.: Kluwer Academic Publishers.
- Chung, Lawrence, Brian Nixon, Eric S.K. Yu et John Mylopoulos. 1999. *Non-Functional Requirements in Software Engineering*.: Kluwer Academic Publishers, 472 p.
- CIGREF. 2010. « Publications CIGREF en 2010 ». In *CIGREF*.  
[http://www.cigref.fr/cigref\\_publications/](http://www.cigref.fr/cigref_publications/).
- CLEMI. 2010. « Glossaire de la presse écrite ». In *Esten*.  
<http://www.esten.fr/category/glossaires/>.

Clivillé, Vincent. 2004. « Approche systémique et méthode multicritère pour la définition d'un systèmes d'indicateurs de performance ». Université de Savoie.

CMMI, CMMI Product Development Team. 2000a. *CMMI-SE/SW, V1.0 Capability Maturity Model - Integrated for Systems Engineering/Software Engineering, Version 1.0 Staged Representation*. CMU/SEI-2000-TR-018. Pittsburgh: Software Engineering Institute. <<http://sei.cmu.edu/publications/documents/00.reports/00tr018.html>>.

CMMI, CMMI Product Development Team. 2000b. *SCAMPI, V1.0 Standard CMMI Assessment Method for Process Improvement : Method Description Version 1.0*. CMU/SEI-2000-TR-009. Pittsburgh: Software Engineering Institute. <<http://sei.cmu.edu/publications/documents/00.reports/00tr009.html>>.

CMMI, CMMI Product Development Team. 2002. *Capability Maturity Model Integration CMMI Version 1.1*. CMMI-SE/SWI/IPPD/SS. Pittsburgh: Software Engineering Institute.

CNRTL. 2009a. « Définition de Axiome ». In *Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales*. <<http://www.cnrtl.fr/definition/axiome>>.

CNRTL. 2009b. « Définition de Expérimentation ». In *Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales*. <<http://www.cnrtl.fr/definition/exp%C3%A9rimentation>>.

Context. 2007. « Six international conference and interdisciplinary conference on modeling and using context ». In *Six international conference and interdisciplinary conference on modeling and using context* (20 - 24 août). Roskilde University Denmark.

Cotonnec, G., et P.M. Gallois. 2001. « Des indicateurs stratégiques au mangement de terrain ». In *Indicateurs de performance*, sous la dir. de C. Bonnefous, A. Courtois. p. 65-100. Hermès.

CRIM. 2005. « Pour que le logiciel québécois rime avec qualité et productivité : Guide à l'usage des entrepreneurs ». Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation. <[http://www.mdeie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents\\_soutien/secteur\\_activites/tic/guide\\_crim.pdf](http://www.mdeie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/documents_soutien/secteur_activites/tic/guide_crim.pdf)>.

Cross, Kevin F., et Richard L. Lynch. 1988-1989. « The "SMART" way to define and sustain success ». *National Productivity Review*, vol. 8, n° 1, p. 23-33.

Davenport, Thomas H. 1993. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. Boston: Harvard Business Press, 352 p.

- Davig, William, Norb Elbert et Steve Brown. 2004. « Implementing a Strategic Planning Model for Small Manufacturing Firms: An Adaptation of the Balanced Scorecard ». *SAM Advanced Management Journal*, vol. 69, n° 1, p. 18.
- Delis, Georges. 2006. « De l'organisation & de la mobilité : l'intelligence par la continuité ». In *Ve Colloque TIC & territoire : quels développements?* (9-10 juin 2006). Besançon: Université de Franche Comte. <<http://isdm.univ-tln.fr/PDF/isdm26/G.Dellis-YB.pdf>>.
- Depauw, Jeremy. 2006. « La gestion de l'information des organisations : analyse de définition et conceptualisation ». Université Libre de Bruxelles. <[http://www.abd-bvd.net/cah/2006-4\\_DePauw.pdf](http://www.abd-bvd.net/cah/2006-4_DePauw.pdf)>.
- Dépelteau, François. 2003. *La démarche d'une recherche en sciences humaines : de la question de départ à la communication des résultats*. Québec: Les Presses de l'Université de Laval, 432 p.
- DGFiP. 2010. « Cadre de référence du contrôle interne comptable de l'état ». Direction générale des finances publiques de la République française. <[http://www.performance-publique.gouv.fr/fileadmin/medias/documents/comptabilite/cadre\\_de\\_reference\\_Etat.pdf](http://www.performance-publique.gouv.fr/fileadmin/medias/documents/comptabilite/cadre_de_reference_Etat.pdf)>.
- Dhouib, Diala. 2009. « Aide multicritère au pilotage d'un processus basée sur le raisonnement à partir de cas ». Université Paris 8.
- Dindeleux, Eric. 1992. « Proposition d'un modèle et d'un système interactif d'aide à la décision pour la conduite d'atelier ». Université de Valenciennes.
- Direction générale des approvisionnements. 2011. « Importance des PME ». In *Travaux publics et Services gouvernementaux Canada*. <<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/app-acq/pme-sme/importance-fra.html>>.
- Dixon, J. Robb, Alfred J. Nanni et Thomas E. Vollmann. 1990. *New Performance Challenge: Measuring Operations for World-Class Competition* McGraw-Hill Professional Publishing, 199 p.
- DLF, Dictionnaire de la langue française. 2010. « Conjoncture ». In *L'Internaute*. <<http://www.linternaute.com/dictionnaire/fr/definition/conjoncture/>>.
- Dodgson, Mark. 1993. « Organisational Learning: A review of some literatures ». *Organisation Studies*, vol. 14, n° 3, p. 375-394.
- Dodgson, Mark, David M. Gann et Ammon Salter. 2008. *The Management of Technological Innovation: Strategy and Practice: The Strategy and Practice*. OUP Oxford, 384 p.

- Ducharme, Sylvain. 2003. « Implanter un programme d'assurance qualité logiciel ». In *Semaine de la qualité informatique CRIM*. Montréal: CRIM.
- Ducq, Yves. 1999. « Contribution à un méthodologie d'analyse de la cohérence de Systèmes de Production dans le cadre du modèle GRAI ». Talence, Université de Bordeaux I.
- Ducros, Pierre, Serge Meilleur et Alain Roy. 1987. *Guide de gestion de projet*. DMR Group.
- Dumais, Nelson. 2010. « Projets informatiques québécois : Pourquoi tant d'échecs ? ». In *Cyberpresse*.  
<http://blogues.cyberpresse.ca/technaute/dumais/2010/12/07/projet-informatiques-quebecois-pourquoi-tant-dechecs-mais-ca-cest-mioi/>.
- Dupont, Lionel. 1998. *La gestion industrielle*. Hermès Science, 414 p.
- ECOSIP. 1999. *Dialogues autour de la performance en entreprise : les enjeux*. Paris: Harmattan, 288 p.
- EFQM. 2004. « EFQM ». In *EFQM*. <http://www.efqm.org/>.
- Elefalk, K. 2001. « The Balanced Scorecard of the Swedish police Service : 7000 officers in total quality management project ». *Total Quality Management*, vol. 12, n° 7-8, p. 958-966.
- Epstein, Marc, et Jean-François Manzoni. 1997. « The Balance Scorecard & Tableau de Bord : A Global Perspective on Translating Strategy into Action ». *Management accounting*, (août), p. 28-36.
- Epstein, Marc, et Jean-François Manzoni. 1998. « Implementing Corporate Strategy : From Tableaux de Bord to Balanced Scorecards ». *European Management Journal*, vol. 16, n° 2, p. 190-203.
- Faltungs, Boi, et Michael Schumacher. 2009. *L'intelligence artificielle par la pratique*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 382 p.
- Fayol, Henry. 1916. *Administration industrielle et générale : prévoyance, organisation, commandement, coordination, contrôle*. Paris: Dunod et E. Piat, 174 p.
- Fenton, Norman E., et Shari Lawrence Pfleeger. 1998. *Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach, Revised*, 2. Course Technology, 656 p.
- Ferguson, Pat, Gloria Leman, Prasad Perini, Susan Renner et Girish Seshagiri. 1999. *Software Process Improvement Works!* CMU/SEI-99-TR-027. Pittsburgh: Software Engineering Institute.

- Fernandez, Alain. 2000. « Les nouveaux tableaux de bord pour piloter l'entreprise ». In, Édition d'organisation. Éditions d'Organisation.
- Fiol, C. Marlène, et Marjorie A. Lyles. 1985. « Organizational Learning ». *Academy of Management Review*, vol. 10, n° 4, p. 803-813.
- Fischer, Joseph. 1992. « Use of non financial performance measures ». *Journal of Cost Management*, vol. 6, n° 1, p. 31-38.
- Fitzgerald, Lin, Robert Johnston, Stan Brignall, Rhian Silvestro et Christopher Voss. 1991. *Performance Measurement in Service Businesses*. London: CIMA, 126 p.
- Führer, Andreas, et Rita-Maria Züger. 2006. *Gestion de projet : Notions de base en matière de gestion*. Zurich: Compendio, 140 p.
- Fukuyama, Francis. 2004. *State-Building : Government and World Order in the 21st Century*. Cornell University Press, 160 p.
- Galois, Pierre-Marie (262). 1997. *De la pierre à la cathédrale, les indicateurs de performance*. Coll. « Les guides du club "Production et Compétitivité" ». Paris: Éditions Londez Conseil.
- Garrison, D. Randy, et Terry Anderson. 2003. *E-Learning in the 21st Century: A Framework for Research and Practice*. London: Routledge, 224 p.
- Geneste, Laurent. 1995. « Outils d'aide à la décision pour le pilotage d'atelier ». Toulouse, Université Paul Sabatier.
- George, Michael L. (p. 4). 2002. *Lean Six SIGMA: Combining Six SIGMA Quality with Lean Production Speed*. McGraw-Hill.
- GÉPMC. 2008. « Foncer pour gagner ». In *Groupe d'études sur les politiques en matière de concurrence*. <<http://www.ic.gc.ca/eic/site/cprp-gepmc.nsf/fra/00050.html>>.
- Giard, Vincent. 2003. *Gestion de la production et des flux*. Coll. « Gestion ». Economica.
- Gibbons, Michael. 2005. « Choix et responsabilités : l'innovation dans un contexte nouveau ». *Politiques et gestion de l'enseignement supérieur*, n° 17, p. 9-22.
- Giordan, André. 1999. *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Belin, 240 p.
- Glass, Robert L. 2005. « IT failure rates—70 percent or 10–15 percent? ». *IEEE Software*, vol. 22, n° 3 (Mai-Juin 2005), p. 111-112.

- Globerson, Shlomo. 1985. « Issues in developing a performance criteria system for an organisation ». *International Journal of Production Research*, vol. 23, n° 4, p. 639-646.
- Goria, Stéphane. 2009. « Entre la veille stratégique et l'innovation, la démarche de veille créative : Ce que la veille créative emprunte aux wargames sur plateau ». In *VSST Nancy : Colloque Veille Stratégique Scientifique et Technologique* (9 avril 2009). <[http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/37/48/25/PDF/Goria\\_VSST\\_2009.pdf](http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/37/48/25/PDF/Goria_VSST_2009.pdf)>.
- Gravel, Gilles. 2006. « Business Analyst Body of Knowledge : Référentiel d'architecture d'entreprise ». Université du Québec à Montréal. <<http://www.er.uqam.ca/nobel/r20014/ReferentielTI/babok.pdf>>.
- GRC. 2010. « Faits et chiffres – juillet à septembre 2010 ». In *Gendarmerie royale du Canada*. <<http://www.rcmp-grc.gc.ca/cfp-pcaf/facts-faits/index-fra.htm>>.
- Greif, Michael. 1998. *L'usine s'affiche : la communication visuelle au service du progrès*. Éditions d'Organisation, 301 p.
- Grembergen, W. Van, et R. Van Bruggen. 1997. « Measuring and improving corporate information technology through the balanced scorecard technique ». In *Fourth European Conference on the Evaluation of Information Technology* (octobre 1997). p. 173-171. <<http://is.twi.tudelft.nl/ejise/vol1/issue1/paper3/paper.html>>.
- Gross, John M. 2001. « A road map to Six Sigma quality ». vol. 34, n° 11, p. 28-29.
- Guennou, Paul. 2001. « Maîtrise de la performance, les travaux de l'AFGI ». In *Indicateurs de performance*, sous la dir. de Courtois, Chantal Bonnefous et Alain. p. 149-173. Hermès Science.
- Guerrero, F., et Y. Eterovic. 2004. « Adopting the SW-CMM in a small IT organization ». *IEEE Software*, vol. 21, n° 4, p. 29-35.
- Han, Kwan Hee, Sang Hyun Choi, Jin Gu Kang et Geon Lee. 2010. « Business activity monitoring system design framework integrated with process-based performance measurement model ». *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, vol. 7, n° 3, p. 443-452.
- Hansen, A., et J. Mouritsen. 2005. « Strategies and Organizational Problems : Constructing Corporate Value and Coherence in Balanced Scorecard Processes ». In *Controlling Strategy : Management, Accounting, and Performance Measurement*. p. 125-250. Oxford University Press.

- Hatchuel, A. 1996. « Les axiomatiques de la production : éléments pour comprendre les mutations industrielles ». In *La performance économique en entreprise*, sous la dir. de Micaelli, J.H. Jacot et J.P. p. 15-33. Hermès.
- Hronec, S.M. 1995. *Vital signs : des indicateurs - coût, qualité, délais - pour optimiser la performance de l'entreprise*. 233 p.
- Huber, George P. 1991. « Organisational Learning : The Contributing Processes and the Literatures ». *Organisational Science*, vol. 2, n° 1, p. 88-115.
- Hudson, Mel, Andi Smart et Mike Bourne. 2001. « Theory and practice in SME performance measurement systems ». *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 21, n° 8, p. 1096-1115.
- Ibáñez, M. 1998. *Balanced IT Scorecard Generic Model Version 1.0*. ESI-1998-TR-009. European Software Institute.
- IEEE. 1990. *610.12-1990 : IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. 610.12-1990. IEEE Standards Association.  
[<http://standards.ieee.org/findstds/standard/610.12-1990.html>](http://standards.ieee.org/findstds/standard/610.12-1990.html).
- IEEE. 1998a. *830-1998 : IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. IEEE. [<http://standards.ieee.org/findstds/standard/830-1998.html>](http://standards.ieee.org/findstds/standard/830-1998.html).
- IEEE. 1998b. *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. IEEE Std 830-1998.
- INCOSE. 1996. « Systems Engineering Capability Assessment Model ». INCOSE.  
[<http://www.incose.org/ProductsPubs/pdf/SECAM-SysEngCapabilityAssessModel\\_1996-06.pdf>](http://www.incose.org/ProductsPubs/pdf/SECAM-SysEngCapabilityAssessModel_1996-06.pdf).
- Ingle, Sarah, et Willo Roe. 2001. « Six sigma black belt implementation ». *The TQM Magazine*, vol. 13, n° 4, p. 273-280.
- Inmon, W.H. 2002. *Building the Data Warehouse*. Wiley, 356 p.
- IOMA, Business Intelligence at Work. 2005. « Two studies reveal how firms are improving their budgeting and planning, performance reporting: majority of companies need to fix their balanced scorecards ». In *IOMA's Financial Analysis, Planning & Reporting 2005 Yearbook*. p. 4-5. IOMA.
- IQ. 2010. « Le Québec : Un milieu d'affaires dynamique et profitable ». Investissement Québec.  
[<http://www.investquebec.com/documents/fr/secteur/ServicesInformatiques.pdf>](http://www.investquebec.com/documents/fr/secteur/ServicesInformatiques.pdf).

- ISACA. 2011. « COBIT Framework for IT Governance and Control ». In *ISACA*. <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/COBIT/Pages/Overview.aspx>>.
- ISO9000. 2001. *Qualité et systèmes de management ISO 9000*. AFNOR, 581 p.
- ISO9001. 2008. « ISO 9001:2008 ». In *International Organization for Standardization*. <[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=46486](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=46486)>.
- ISO15939. 2007. *ISO/IEC 15939:2007*. International Organization for Standardization.
- ISO90003. 2004. « ISO/IEC 90003:2004 ». In *International Organization for Standardization*. <[http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=35867](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=35867)>.
- Jacot, J.H., et J.P. Micaelli. 1996. « La question de la performance globale ». In *La performance économique en entreprise*, sous la dir. de Hermès. p. 15-33.
- Jakobiak, François. 2006. *L'intelligence économique : La comprendre, l'implanter, l'utiliser*. Éditions d'Organisation.
- JO. 1984. « Arrêté ministériel du 30 décembre 1983 relatif à l'enrichissement du vocabulaire de l'informatique ». *Journal officiel*.
- Johanson, U., M. Martensson et M. Skoog. 2001. « Mobilising change through the management control of intangibles ». *Accounting, Organisation and Society*, vol. 26, n° 7-8, p. 715-733.
- Johnson, Gerry, Kevan Scholes et Richard Whittington. 2007. *Exploring Corporate Strategy*. Financial Times/ Prentice Hall, 622 p.
- Johnson, H. Thomas. 1975. « Management Accounting in Early Integrated Industry : E.I. duPont de Nemours Powder Company, 1903-1912 ». *Business History review*, vol. 49, n° 2 (été 1975), p. 184-204.
- Jorgensen, M., et K. Molokken. 2006. « How large are software cost overruns? A review of the 1994 ». *Chaos Report. Information and Software Technology*, vol. 48, n° 4 (avril 2006).
- Jourde, Frédéric, Yann Laurillau et Laurence Nigay. 2009. « 21st International Conference on Association Francophone d'Interaction Homme-Machine ». In. ACM.
- Kald, Magnus, et Fredrik Nilsson. 2000. « Performance Measurement at Nordic Companies ». *European Management Journal*, vol. 18, n° 1, p. 113 -127.
- Käll, A. 2005. *Översättningar av en managementmodell : en studie av införandet av Balanced Scorecard i ett landsting*. Linköping.

- Kaplan, Robert Steven, et David P. Norton. 1992. « The Balanced Scorecard : Measures that Drive Performances ». *Harvard Business Review*, (janvier-février 1992), p. 77-79.
- Kaplan, Robert Steven, et David P. Norton. 1993. « Putting the Balanced Scoreboard to Work ». *Harvard Business Review*, vol. 71, n° 5, p. 134-147.
- Kaplan, Robert Steven, et David P. Norton. 1996. *The Balanced Scorecard : Translating Strategy into Action*. Boston: Harvard Business Press.
- Kaplan, Robert Steven, et David P. Norton. 2001. « Transforming the Balanced Scorecard from Performance Measurement to Strategic Management: Part I ». *Accounting Horizons*, vol. 15, n° 1, p. 87-104.
- Kaplan, Robert Steven, et David P. Norton. 2004. *Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes*. Boston: Harvard Business School Press.
- Keegan, D.P., R.G. Eiler et C.R. Jones. 1989. « Are your performance measures obsolete? ». *Management Accounting*, vol. 70, n° 12, p. 45-50.
- Kim, Hoontae, Yong-Han Lee, Hongsoon Yim et Nam Wook Cho. 2007. « Design and implementation of a personalized business activity monitoring system ». *HCI'07 : 12th international conference on Human-computer interaction: applications and services*.
- Kourtit, Karima, et A.A. De Waal. 2009. « Strategic Performance Management in Practice: Advantages, Disadvantages and Reasons for Use ». Vrije Universiteit Amsterdam & Maastricht School of Management. <<ftp://zappa.ubvu.vu.nl/20090019.pdf>>.
- Lachaal, L. 2010. « La compétitivité : Concepts, définitions et applications ». In *CIHEAM*. <<http://ressources.ciheam.org/om/pdf/c57/01600240.pdf>>.
- Lamsweerde, Axel van. 2000. « Requirements Engineering in the Year 00 : A Research Perspective ». In *22nd International Conference on Software Engineering* (4-11 juin 2000). p. 5-19. ACM Press.
- Laporte, Claude Y., Alain April et Alain Renault. 2005. « L'application de normes de génie logiciel dans les très petites entreprises : Historique et premiers résultats ». *Génie logiciel*, n° 75 (décembre 2005).
- Larminat, P. De. 1993. *Automatique, commandes des systèmes linéaires*. Hermès, 334 p.
- Lebas, M. 1995. « Performance measurement and performance management ». *International Journal of Production Economics*, vol. 41, n° 1-3, p. 23-25.
- Lehu, Jean-Marc. 2004. *L'encyclopédie du marketing*. Éditions d'Organisation.

- Leibold, M. 2002. *Business Intelligence Framework white paper*. Coll. « Cognos Series 7 ».
- Letier, Emmanuel. 2001. « Reasoning about Agents in Goal-Oriented Requirements Engineering ». Université catholique de Louvain.
- Letouzey, Agnès. 2001. « Ordonnancement interactif basé sur des indicateurs : Applications à la gestion de commandes incertaines et à l'affectation des opérateurs ». Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Lev, Baruch. 2001. *Intangibles: Management, Measurement, and Reporting*. Brookings Institution Press.
- Lévy, Pierre. 1997. *L'intelligence collective : Pour une anthropologie du cyberspace*. La Découverte, 245 p.
- Lorino, Philippe (212). 1996. *Le contrôle de gestion stratégique : la gestion des activités*. Dunod.
- Lorino, Philippe. 2001. « La performance et ses indicateurs : éléments de définition ». In *Indicateurs de performance*, sous la dir. de Courtois, Chantal Martin-Bonnefous et Alain. Hermès.
- Lytytinen, K., et Y. Yoo. 2002. « Issues and Challenges in Ubiquitous ». *Communications of the ACM*, vol. 45, p. 63-65.
- Manganelli, R.L., et M.M. Klein. 1994. *The Reengineering Handbook*. AMACOM.
- Manganelli, Raymond L., et Mark M. Klein. 2000. « Version 7 : Americain Productivity & Quality Center ». In., p. 78-79. International Benchmarking Clearinghouse.
- March, James G., et Herbert A. Simon. 1958. *Organizations*. New York: Wiley.
- Marmuse, C. 1997. « Performance ». In *Encyclopédie de Gestion*. Vol. 2, p. 2195-2208. Economica.
- Marr, Bernard, et Chris Adams. 2004. « The balanced scorecard and intangible assets: similar ideas, unaligned concepts ». *Measuring Business Excellence*, vol. 8, n° 3, p. 18-27.
- Marr, Bernard, et Gianni Schiuma. 2001. *Measuring and managing intellectual capital and knowledge assets in new economy organisations*. M. Bourne.
- Mars, Team. 2002. « Capability Maturity model integration CMMI Version 1.1 ». *CMMI-SE/SWI/IPPD/SS*, vol. 1.1.

- Marsal, Christine, et Denis Travaillé. 2006. « Les systèmes d'information de pilotage, les tableaux de bord ». *Cahier du FARGO*, n° 1060901 (septembre 2006).
- Matheson, David, et James E. Matheson. 2007. « Organizational Decision Analysis ». In *Advances in Decision Analysis*, sous la dir. de W. Edwards, R. Miles et D. von Winterfeldt. Cambridge University Press.
- McAdam, R. 2000. « Quality models in an SME context ». *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 17, n° 3, p. 305-323.
- McCunn, Paul. 1998. « The Balanced Scorecard...the Eleventh Commandment ». *Management Accounting*, vol. 76, n° 11, p. 34-36.
- McFeeley, Bob. 1996. *IDEAL : A User's Guide for Software Process Improvement*. CMU/SEI-96-HB-001. Pittsburgh: Software Engineering Institute.
- McGarry, John, David Card, Cheryl Jones, Beth Layman, Elizabeth Clark, Joseph Dean et Fred Hall. 2001. *Practical Software Measurement : Objective Information for Decision Makers*. Addison-Wesley Professional, 304 p.
- Mélèse, Jacques. 1990. *Approches systémiques des organisations*. Éditions d'Organisation, 157 p.
- Mélèse, Jacques. 1991. *L'analyse modulaire des systèmes (AMS)*. Éditions d'Organisation.
- Mezgar, Istvan. 2006. *Integration of ICT in Smart Organizations*. IGI Publishing, 366 p.
- Miles, R.E., et C.C. Snow. 1984. « Designing Strategic Human Resources Systems ». *Organisational Dynamics*, vol. 13, p. 36-52.
- Modell, Sven. 2005. « Performance Management in the Public Sector : Past Experiences, Current Practices and Future Challenges ». *Australian Accounting Review* vol. 15, n° 37 (novembre 2005), p. 56–66.
- Mooraja, Stella, Daniel Oyona et Didier Hostettler. 1999. « The balanced scorecard: a necessary good or an unnecessary evil? ». *European Management Journal*, (24 septembre 1999).
- Morin, Annie. 2001. « Sous-traitance dans les services informatiques : L'Inde courtise le Canada ». *Le Soleil Économie*. p. B6.
- Morton, M.S. 1995. *L'entreprise compétitive au futur : Technologies de l'information et transformation de l'organisation*. Éditions d'Organisation, 349 p.

- Mouritsen, J., et U. Johanson. 2005. « Managing the person: human resource costing and accounting, intellectual capital and health statements ». In *Accounting in Scandinavia : The Northern Light*, sous la dir. de Mouritsen, S. Jonsson and J. Malmo/Copenhagen: Liber and Copenhagen Business School Press.
- MSG. 2005. « Guide de gestion des risques des projets de développement de système ». Ministère des services gouvernementaux.  
[<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs53966>](http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs53966).
- Mylopoulos, John, Lawrence Chung et Eric Yu. 1999. *From Object-Oriented to Goal-Oriented Requirements Analysis*. Coll. « Communication of the ACM ». 31-37 p.
- Najar, L. 1994. « Mesure et pilotage technico-économiques des performances en industrie : analyse critique d'approches méthodologiques ». Paris, ENS Mines de Paris.
- Neely, Andy. 1999. « The performance measurement revolution : why now and what next? ». *International Journal of Production Economics*, vol. 19, n° 2, p. 205-228.
- Neely, Andy, et Chris Adams. 2001. « The Performance Prism Perspective ». *Journal of Cost Management*, vol. 15, n° 1, p. 7-15.
- Neely, Andy, Mike Kennerley et Veronica Martinez. 2004. « Does the balanced scorecard work : An empirical investigation ». *Performance measurement and management : public and private*, p. 763-770.
- Nevalainen, Risto. 2002. « Software Technology Transfer Finland STTF ». In *FiSMA - Finnish Software Metrics Association*.  
[<http://www.cs.joensuu.fi/pages/saja/tSoft/kuvat/20020207\\_FiSMA.pdf>](http://www.cs.joensuu.fi/pages/saja/tSoft/kuvat/20020207_FiSMA.pdf).
- Niazi, Mahmood, David Wilson et Didar Zowghi. 2003. « A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study ». *The Journal of Systems and Software*.  
[<http://www.cse.dmu.ac.uk/~ieb/A%20maturity%20model%20for%20the%20implementation%20of%20software%20process%20improvement.pdf>](http://www.cse.dmu.ac.uk/~ieb/A%20maturity%20model%20for%20the%20implementation%20of%20software%20process%20improvement.pdf).
- NIST. 2010. « Baldrige National Quality Program ». In *National Institute of Standards and Technology*. [<http://www.nist.gov/baldrige/>](http://www.nist.gov/baldrige/).
- NoMagic. 2000. « MagicDraw ». In *Magic Draw*. [<http://www.magicdraw.com/>](http://www.magicdraw.com/).
- Norreklit, Hanne. 2003. « The Balanced Scorecard: what is the score? A rhetorical analysis of the Balanced Scorecard ». *Accounting, Organizations and Society*, vol. 28, p. 591-619.

- Norton, D.P. 2002. « Automating the balanced scorecard ». In *Balanced Scorecard Collaborative 2002*. Open Rating.
- OCDE. 2004. *Les Flux mondiaux de connaissances et le développement économique de OCDE*. OECD Publishing.
- OCDE. 2010. *Measuring Globalisation: OECD Economic Globalisation Indicators 2010*. OECD Publishing.
- Olve, Nils-Göran, Jan Roy et Magnus Wetter. 1999. *Performance Drivers : The Practical Guide to Use Balanced Scorecard*. Wiley, 362 p.
- OQLF, Office québécois de la langue française. 2004. *Grand Dictionnaire Terminologique*. <[http://granddictionnaire.com/btml/fra/r\\_motclef/index1024\\_1.asp](http://granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp)>.
- Ouellet, André. « La mondialisation devient un facteur de premier plan ». Direction informatique. <<http://www.directioninformatique.com/DI/client/fr/DirectionsStrategiques/Nouvelles.asp?id=39036>>.
- Panasuk, Anne. 2004. « Le contrôle des armes à feu au Canada ». Radio-Canada. <[http://www.radio-canada.ca/actualite/zonelibre/04-02/registre\\_armes.asp](http://www.radio-canada.ca/actualite/zonelibre/04-02/registre_armes.asp)>.
- Papalexandrisa, Alexandros, George Ioannoua, Gregory Prastacosa et Klas Eric Soderquista. 2005. « An Integrated Methodology for Putting the Balanced Scorecard into Action ». *European Management Journal*, vol. 23, n° 2 (April 2005), p. 214-227.
- Paulk, Mark C., Bill Curtis, Mary Beth Chrissis et Charles V. Weber. 1993a. *Modèle d'évolution des capacités logiciel, version 1.1*. CMU/SEI-93-TR-24. Software Engineering Institute.
- Paulk, Mark C., William Curtis, Mary Beth Chrissis et Charlie Weber. 1993b. *Capability Maturity Model for Software (Version 1.1)*. CMU/SEI-93-TR-024. Software Engineering Institute.
- Pautz, Steven J. 1998. « Using dashboards and scorecards in a service industry ». In *ASQ's 52nd Annual Quality Congress* (may 4-6). Vol. 52, p. 324-330. Philadelphia.
- Payette, Adrien, et Claude Champagne. 1996. *Le groupe de codéveloppement professionnel*. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Pfeffer, Jeffrey. 1996. *Competitive advantage through people : Unleashing the power of the work force*. Harvard Business School Press, 304 p.

PMI, Project Management Institute. 2008. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 4e édition. Project Management Institute, 459 p.

Poiré, Gaétan. 2010. « Industrie des services informatiques : Microprofil industriel ». Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation. <[http://www.mdeie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/publications/portraits\\_industriels/industrie\\_services\\_informatiques.pdf](http://www.mdeie.gouv.qc.ca/fileadmin/contenu/publications/portraits_industriels/industrie_services_informatiques.pdf)>.

Pomerol, J.C., et S.R. Barba-Romero. 1993. *Choix multicritère dans l'entreprise, principe et pratique*. Hermès, 391 p.

Porter, M.E. 1985. *Competitive advantage : Creating and sustaining superior performance*. New York: The Free Press.

Prescott, John E., et S.H. Miller. 2001. *Proven Strategies in Competitive Intelligence: Lessons from the Trenches*. John Wiley & Sons.

Quattrone, P., et T. Hopper. 2005. « A 'Time-Space Odyssey': Management Control Systems in Multinational Organisations ». *Accounting, Organizations and Society*, vol. 30, n° 7-8, p. 735-764.

Quattrone, P., et T. Hopper. 2006. « What is IT? SAP, Accounting, and Visibility in a Multinational Organisation ». *Information & Organization*, vol. 16, n° 3, p. 212-250.

Quévit, Michel. 2007. « Innovating territories and territorial competitiveness : new stakes for territorial development in Wallonia ». *Territoire(s) wallon(s)*, (hors série).

Quinn, J.B. 1992. « The intelligent enterprise : a new paradigm ». *Academy of Management Executive*, vol. 6, n° 4, p. 48-63.

Raviard, D., et C. Tahon. 1999. « Comment piloter la performance ». In *ECOSIP Dialogues autour de la performance en entreprise*. p. 57-88. L'Harmattan.

Reo, D., N. Quintano et Luigi Buglione. 1999. *Balanced IT Scorecard Infrastructure & Innovation Perspective*. ESI-1999-TR-043. European Software Institute.

Reo, D., N. Quintano et M. Ibanez. 1999. *ESI Balanced IT Scorecard Process Perspective V 1.1*. ESI-1999-TR-016. European Software Institute.

Riopel, Diane, et Clément Croteau. 2008. *Dictionnaire illustré des activités de l'entreprise (français-anglais)*. Presses Internationales Polytechnique, 768 p.

Robles, Guillermo Cortes. 2006. « Management de l'innovation technologique et des connaissances : synergie entre la théorie TRIZ et le Raisonnement à Partir de Cas ». Institut national polytechnique de Toulouse.

- Roehner, Bertrand. 2004. *La cohésion sociale*. Odile Jacob.  
 <<http://brises.org/notion.php/cohesion-sociale/integration/regulation/liens-sociaux/notId/92/notBranch/92/>>.
- Roggio, Robert F., Pratibha Kashyap et Ava S. Honan. 2000. « Self-Assessment Using the CMM : An Empirical Study ». In *Pacific Northwest Software Quality Conference*.
- Romon, François, et Sandrine Fernez-Walch. 2008. *Dictionnaire du management de l'innovation*. Vuibert.
- Rosemann, M., et P. Green. 2002. « Developing a meta model for the Bunge-Wand-Weber ontological constructs ». *Information Systems*, vol. 27, n° 2, p. 75-91.
- Roth, N., J. Prieto et R. Dvir. 2000. « New-use and innovation management and measurement methodology for R&D ». In *Actes de 6th International Conference on Concurrent Enterprising*. Toulouse.
- Rothenberger, Marcus A., Yi-Ching Kao et Luk N. Van Wassenhove. 2010. « Total quality in software development: An empirical study of quality drivers and benefits in Indian software projects ». *Information and Management*, vol. 47, n° 7-8, p. 372-279.
- Roure, Lionel. 2008. « La gestion de l'innovation ». In *Congrès de France Vichy* (juin 2008).
- Rousse, David. 2003. *Panorama d'une infrastructure EAI*. Centre national de la recherche scientifique.
- Sage, Andrew P., et William B. Rouse. 2009. *Handbook of Systems Engineering and Management*. John Wiley & Sons Inc.
- Sannicoló, Fabrizio, Anna Perini et Fausto Giunchiglia. 2002. *The Tropos modelling language : A user guide*. Technical report DIT-02-0061. University of Trento.
- Saulpic, Olivier, et Jean-Pierre Ponssard. 2008. « Les systèmes de pilotage : une relecture critique inspirée des travaux de Simons ». In *La comptabilité, le contrôle et l'audit entre changement et stabilité*, 29e congrès de l'AFC. Cergy-Pontoise: Association francophone de comptabilité.
- Savall, Henri, et Véronique Zardet. 2007. *Maîtriser les coûts et les performances cachés*. Economica, 412 p.
- SCAMPI. 2001. *Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI), Version 1.1: Method Definition Document*. CMU/SEI-2001-HB-001. Software Engineering Institute.

- Schmidt, Jean, Jean-Loup Ardoïn et Daniel Michel. 1986. *Le contrôle de gestion*. Paris: Publï-Union, 454 p.
- Schmidt, Marty J. 2011. *Encyclopedia of Business Terms and Methods*. Solutions Matrix.
- Schumpeter, Joseph. 1939. *Business Cycles : A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. McGraw Hill, 461 p.
- Scott, W. Richard, et Gerald F. Davis. 2006. *Organizations and Organizing : Rational, Natural and Open Systems Perspectives*. Prentice Hall, 464 p.
- Sekiou, Lakhdar. 2001. *Gestion des ressources humaines*. De Boeck.
- Selm, L. Van. 2010. *ISO/IEC 20000 - Introduction*. Van Haren Publishing.
- Selmer, C. 2002. *Concevoir le tableau de bord : outils de contrôle, de pilotage et d'aide à la décision*. Dunod, 304 p.
- Sensagent. 2010. « Conjoncture ». In *Sensagent*.  
<http://dictionnaire.sensagent.com/conjoncture/fr-fr/>.
- Serda. 2009. « Ged et gestion de contenu : Marché, besoins et tendances 2009-2010 ». In *Groupe Serda*.  
<http://serda.com/fr/serda-information-connaissance-archives-electronique-records-management-veille/serdalab/les-etudes-serdalab/les-etudes-sectorielles/ged-2009.html>.
- SGDN, Secrétariat général de la défense nationale. 2005. *Positionnement d'un organisme en matière de maturité SSI Approche méthodologique*. Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information.
- Sharp, Helen, et Hugh Robinson. 2008. « Collaboration and co-ordination in mature eXtreme programming teams ». *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 66, n° 7, p. 506-518.
- Sheard, Sarah A. 1997. *The Frameworks Quagmire*. Software Productivity Consortium.  
<http://stsc.hill.af.mil/crosstalk/1997/sep/frameworks.asp>.
- Sherpa. 1999. « Projet Sherpa : Bases de connaissances à objets ».  
<http://www.inrialpes.fr/sherpa/sherpa-fra.html>.
- Silk, S. 1998. « Automating the balanced scorecard ». *Management Accounting*, vol. 11, n° 17, p. 38-44.
- Simon, H. 1977. *The New Science of Management Decision*. Prentice-Hall.

- Sink, D. Scott, et Thomas C. Tuttle (331). 1989. *Planning and measurement in your organisation of the future*. Industrial Engineering and Management Press.
- Skoog, Matti. 2003. « Visualizing value creation through the management control of intangibles ». *Journal of Intellectual Capital*, vol. 4, n° 4, p. 487-504.
- Soltan, Nada Allani, Michel Arcand et Mohamed Bayad. 2005. « La gestion stratégique des ressources humaines : un déterminant de l'accroissement du niveau d'innovation des entreprises françaises ». *Revue internationale sur le travail et la société*, vol. 3, n° 2, p. 602-638.
- Speckbacher, G., J. Bischof et T. Pfeiffer. 2003. « A Descriptive Analysis on the Implementation of Balance Scorecard in German Speaking Countries ». *Management Accounting Research*, vol. 14, n° 4, p. 361-387.
- SQI. 2000. « Spice : Software Process Improvement and Capacity determination (SPICE) ». In *Software Quality Institute*. <<http://www.sqi.gu.edu.au/spice/contents.html>>.
- Staab, Steffen, Hans-Peter Schnurr, Rudi Studer et York Sure. 2000. « Knowledge Processes and Ontologies ». *IEEE Intelligent Systems*, vol. 16, (janvier 2001), p. 26-34.
- Sulzer, J.R. 1985. *Comment construire un tableau de bord : les objectifs et méthodes d'élaboration*. Dunod.
- Sutherland, P.E. 2001. « Assessment of industrial distribution system reliability using Six Sigma techniques ». In *IEEE Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference 2001* (Nouvelle-Orléans, 15-16 mai 2001). p. 67-74.
- Sveiby, Karl-Erik. 1997. *The New Organizational Wealth: Managing & Measuring Knowledge-Based Assets*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Tahon, C., et D. Trenteseaux. 2001. « Aide à la décision en gestion de production ». In *Organisation et gestion de production*. p. 171-218. Hermès.
- Tardieu, H., et B. Guthmann. 1992. *Le triangle stratégique*. Éditions d'Organisation.
- TechnoCompétences. 2002. « Portrait synthèse : Secteur des services des technologies de l'information et des communications (TIC) au Québec ». TechnoCompétences. <<http://www.technocompetences.qc.ca/pdf/Fiche-VF.pdf>>.
- Tellier, Sylvie, Sylvie Trudel et Éric Lacroix. 2003. Les meilleures pratiques en développement de logiciels et de systèmes informatiques. CRIM, CEFARIO et développement économique et régional Québec.

- Tennant, Charles, et Murat Tanoren. 2005. « Performance management in SMEs: a Balanced Scorecard perspective ». *International Journal of Business Performance Management*, vol. 7, n° 2, p. 123-143.
- Thiéart, Raymond-Alain. 2003. *Méthodes de recherche en management*. Paris: Dunod.
- Townley, C.T. 2001. « Knowledge Management and Academic Librairies ». *College & Research Librairies*, vol. 62, n° 1, p. 44-55.
- UMONS. 2010. « Comment établir l'état de l'art ». In *Université de Mons*.  
<http://portail.umons.ac.be/FR/universite/admin/dar/avrechercheurs/Pages/Etatdel%27art.aspx>.
- Vardangalos, G., et A. Pantelis. 2000. « A Performance System Based on the Balanced Scorecard Approach for Measuring Performance in a Business Environment ». In *Fifth IEEE Symposium on Computers and Communications* (Antibes, 4-6 juillet 2006), p. 220-224.
- Voyer, Pierre. 2006. *Tableaux de bord de gestion et indicateurs de performance*. Presses de l'Université du Québec, 446 p.
- Waal, André de, Karima Kourtit et Peter Nijkamp. 2009. « The relationship between the level of completeness of a strategic performance management system and perceived advantages and disadvantages ». *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 29, n° 12, p. 1242-1265.
- Warrant, Françoise. 2001. *Favoriser l'innovation dans les services: un rôle pour les services publics*. L'Harmattan.
- Watson, Gregory H. 2002. « Breakthrough in Delivering Software Quality: Capability Maturity Model and Six Sigma ». *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2349/2006, p. 36-41.
- Waveren, R.H. van, S. Groot, H. Scholten, F.C. van Geer, J.H.M. Wösten, R.D. Koeze et J.J. Noort. 1999. *Good Modelling Practice Handbook*. STOWA report 99-05. STOWA.  
<http://harmoniqua.wau.nl/public/Reports/Existing%20Guidelines/GMP111.pdf>.
- Wiig, Karl M. 1997. « Knowledge Management: Where Did It Come from and Where Will It Go? ». *Journal of Expert Systems with Applications*. Special Issue on Knowledge Management, vol. 13, no 1, p. 1-14.
- Wiig, Karl M. 2000. *The Intelligent Enterprise and Knowledge Management*. Coll. « UNESCO's Encyclopedia of Life Support Systems ».

- Wiig, Karl M. 2006. « Societal knowledge management in the globalised economy ». *International Journal of Advanced Media and Communication*, vol. 1, n° 2, p. 172-192.
- Wilenski, R. 1983. *Planning and understanding : a computational approach to human reasoning*. Addison-Wesley.
- Wiseman, C. 1988. *Strategic Information Systems*. Homewood: Jones-Irwin.
- Yu, Eric. 1995. « Modelling Strategic Relationships for Process Reengineering ». Université de Toronto.
- Yu, Eric. 1998. « Strategic Modelling for Enterprise Integration ». In *14th World Congress of International Federation of Automatic Control (IFAC'99)* (Beijing, 5-9 juillet 1999). p. 127-132.
- Yu, Eric, et Lin Liu. 2001. « From Requirements to Architectural Design – Using Goals and Scenarios ». University of Toronto. <<http://www.cs.toronto.edu/km/GRL/fromr2a/fromr2a,straw01.pdf>>.
- Yu, Eric, et J. Mylopoulos. 1998. « Why Goal-Oriented Requirements Engineering. ». In *4th International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality* (Pise, 8-9 juin 1998), sous la dir. de E. Dubois, A.L. Opdahl et K. Pohl. p. 15-22. Presses Universitaires de Namur.
- Yu, Eric, Markus Strohmaier et Xiaoxue Deng. 2006. « Exploring Intentional Modeling Analysis for Enterprise Architecture ». In *Enterprise Computing Conference (EDOC) : Trends in Enterprise Architecture Research (TEAR'06)* (octobre 2006).
- Zara, Olivier. 2005. *Le management de l'intelligence collective*. M2 Éditions, 270 p.
- Zülch, Gert, et Andreas Rinn. 1999. « Simulation-based performance analysis and benchmarking ». *International Journal of Business Performance Management*, vol. 1, n° 2, p. 200-218.