

N° d'ordre : 358

École Doctorale Mathématiques, Sciences de l'Information
et de l'Ingénieur

UdS – INSA – ENGEES

THÈSE

présentée pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Strasbourg

Discipline : Ingénierie et Technologie

Spécialité : Sciences et Technologies Industrielles

par

Oscar Javier AVILA CIFUENTES

**Contribution à l'Alignement Complet des Systèmes
d'Information Techniques**

Soutenue publiquement le 19 Novembre 2009

Membres du jury

<i>Directeur de thèse :</i>	M. Bernard Keith, Professeur, INSA Strasbourg
<i>Rapporteur externe :</i>	M. Jean-Pierre Bourey, Professeur, Ecole Centrale de Lille
<i>Rapporteur externe :</i>	M. Hervé Pingaud, Professeur, Ecole des Mines d'Albi Carmaux
<i>Examineur :</i>	Mme. Colette Rolland, Professeur, Université Paris 1
<i>Examineur :</i>	Mme. Virginie Goepf-Thiébaud, Maître de conférences, INSA de Strasbourg
<i>Examineur :</i>	M. François Kiefer, Maître de conférences, INSA de Strasbourg
<i>Invité :</i>	M. Pierre Huss, Leader de la sécurité passive, ALSTOM Transport

“...Tres años pasaron, tres años en Estrasburgo, que me dejaron mil recuerdos... Recuerdos de aquellos momentos mágicos y maravillosos de euforia, de alegría y de felicidad en tantos lugares, en compañía de tantas personas maravillosas que hicieron mi vida más fácil en esta ciudad. Guardaré siempre en mi corazón a esas personas y esos momentos...”

...Tres años pasaron, tres años en los que también viví momentos difíciles, de angustia, de lucha y en algunos casos de aceptación. De esos momentos me queda la experiencia y muchas buenas enseñanzas, tal vez las más valiosas, las enseñanzas de la vida...”

Remerciements

Je voudrais exprimer mes vifs remerciements à :

M. Rolland de Guio, directeur du Laboratoire de Génie de la Conception (LGeCo) de l'INSA de Strasbourg, pour son accueil au sein du laboratoire ainsi que pour sa confiance et son amabilité.

M. Bernard Keith pour la confiance qu'il m'a témoigné en acceptant la direction de mes travaux de thèse.

Mme. Virginie Goepf et M. François Kiefer, pour leur encadrement et leurs précieux conseils. Plus particulièrement, je tiens à remercier Mme. Virginie Goepf de m'avoir fait bénéficier de sa rigueur intellectuelle, son efficacité, ses apports scientifiques et d'avoir toujours été disponible pour suivre mes travaux. Je tiens aussi à remercier M. François Kiefer pour ses apports scientifiques, sa compréhension, son support dans les moments difficiles et son attitude décontractée.

M. Hervé Pingaud, Professeur à l'Ecole des Mines d'Albi Carmaux, et M. Jean-Pierre Bourey, Professeur à l'Ecole Centrale de Lille, pour l'intérêt qu'ils ont porté à ces travaux et pour avoir accepté de les évaluer en qualité de rapporteurs.

Mme. Collette Rolland, pour l'intérêt qu'elle a porté à ces travaux en tant qu'examinatrice.

M. Pierre Huss, Leader de la Sécurité à ALSTOM Transport, pour son accueil pendant 4 mois au sein de cette importante société, pour tous nos échanges toujours enrichissants ainsi que d'avoir assisté à ma soutenance de thèse en tant qu'invité.

Aux membres et autres thésards du LGeCo, pour leur accueil, leur gentillesse et leur collaboration, tout spécialement, Emanuel Caillaud, Mickaël Gardoni, Natalie Gartiser, Denis Cavalucci, Simon Fuhlhaber, Andri Razakarisoa, Nicolas Maranzana, José Aguilar, Jing Xu, Ying Huang, Abdel Dkhil, Kata Gabor, Sarra Mamoghli.

Aux personnes de ma vie privée, qui ont contribué à me faciliter mon séjour à Strasbourg : Doris Bermudez, Carolina Gutierrez, Juan Hamon, Antonio Ralil, Lucie Saint-Leu, Eric Schmittheisler, Sarah Hilsbein, Caroline Weill, Sebastian Paz, Carlos Hernandez, Yann Tholoniati, Vanessa Vieira : merci pour votre soutien !

Finalement, à ma famille, à qui je dédie mes travaux et mes efforts. Mes parents José Vicente Avila et Gloria Cifuentes, mes sœurs Sandra et Jenny Marcela, mon frère Duван Alejandro et mon petit neveu Diego, merci d'être avec moi. Los llevo en mi corazón.

Table de Matières Générale

Chapitre 1 : Introduction	1
Chapitre 2 : Alignement et Système d'Information (SI) Technique	5
2.1 La notion « classique » d'alignement des SI	5
2.1.1 Rôle de l'alignement des SI	5
2.1.2 L'alignement des SI, un concept « polymorphe »	6
2.1.3 Le Modèle d'Alignement Stratégique SAM	11
2.1.3.1 Domaine du Business et domaine des TI	11
2.1.3.2 Séquences d'alignement	13
2.2 La notion d'alignement « complet » des SI	18
2.2.1 Alignement avec la stratégie	18
2.2.2 Alignement avec l'environnement externe	19
2.2.3 Alignement avec les évolutions incertaines	20
2.3 L'alignement « complet » des SI Techniques	21
2.3.1 La notion de SI Technique	21
2.3.2 Les spécificités des SI Techniques	23
2.3.3 Conséquences sur l'alignement « complet » des SI Techniques	24
Chapitre 3 : Etat de l'art	27
3.1 Cadre d'analyse pour analyser les approches d'alignement des SI	28
3.1.1 Structure de la grille d'analyse	29
3.1.2 Elément « domaines impliqués »	30
3.1.3 Elément « séquence d'alignement »	30
3.1.4 Elément « scruter l'environnement »	32
3.1.5 Elément « dimension temporelle »	33
3.2 Démarche de revue des approches d'alignement des SI	35

3.3	« Exécution de la stratégie concurrentielle »	37
3.3.1	MIT90s Model	37
3.3.1.1	Présentation	37
3.3.1.2	Démarche d'alignement du MIT90s	37
3.3.1.3	Application du cadre d'analyse à l'approche MIT90s	38
3.3.2	Urbanisme des systèmes d'information	40
3.3.2.1	Présentation de l'approche de Longépé	40
3.3.2.2	Démarche d'alignement de Longépé	41
3.3.2.3	Application du cadre d'analyse à l'approche de Longépé	42
3.3.3	B-SCP	43
3.3.3.1	Présentation	43
3.3.3.2	Démarche d'alignement	46
3.3.3.3	Application du cadre d'analyse à l'approche B-SCP	47
3.3.4	BALES (binding Business Applications to LEgacy Systems)	49
3.3.4.1	Présentation	49
3.3.4.2	Démarche d'alignement	50
3.3.4.3	Application du cadre d'analyse à l'approche BALES	51
3.4	« Intégration fonctionnelle au niveau interne »	52
3.4.1	ARIS (Architecture of Integrated Information System)	53
3.4.1.1	Présentation	53
3.4.1.2	Démarche d'alignement	54
3.4.1.3	Application du cadre d'analyse à l'approche ARIS	54
3.4.2	Approche de Wieringa	55
3.4.2.1	Présentation	55
3.4.2.2	Démarche d'alignement de l'approche de Wieringa	56
3.4.2.3	Application du cadre d'analyse à l'approche de Wieringa	57
3.5	« Chemins d'alignement alternatifs »	58
3.5.1	BITAM (Business IT Alignment Method)	58
3.5.1.1	Présentation	58
3.5.1.2	Démarche d'alignement de BITAM	59
3.5.1.3	Application du cadre d'analyse à l'approche BITAM	61
3.5.2	Fujitsu Framework	63
3.5.2.1	Présentation	63
3.5.2.2	Démarche d'alignement du Fujitsu Framework	63
3.5.2.3	Analyse du Fujitsu Framework	65
3.5.3	SEAM (Systemic Enterprise Architecture Methodology)	66
3.5.3.1	Présentation	66
3.5.3.2	Démarche d'alignement de SEAM	67
3.5.3.3	Application du cadre d'analyse à l'approche SEAM	68
3.6	Analyse des approches d'alignement	69
3.6.1	Alignement avec la stratégie	70
3.6.2	Alignement avec l'environnement	71
3.6.3	Alignement avec les évolutions incertaines	73

3.7	Mise en perspective des résultats de l'analyse pour les SI Techniques.....	74
3.7.1	Alignement stratégique des SI Techniques	74
3.7.2	Alignement des SI Techniques avec l'environnement.....	75
3.7.3	Alignement des SI Techniques avec les évolutions incertaines.....	76
3.8	Problématique sous-jacente : l'alignement complet des SI Techniques / Vers le SAM Etendu.....	77
 Chapitre 4 : SAM Etendu.....		79
4.1	Extensions existantes du SAM	80
4.1.1	Le « Generic Framework ».....	80
4.1.2	L'« Integrated Architecture Framework » (IAF)	82
4.1.3	Le Modèle d'Alignement Stratégique pour la Gestion des Connaissances (KMSAM).....	84
4.1.4	Vers une extension du SAM pour l'alignement des SI Techniques.....	85
4.2	Démarche d'extension choisie	86
4.2.1	Extension de la structure du SAM.....	87
4.2.2	Mise à jour des séquences	88
4.3	Extension de la structure du SAM.....	88
4.3.1	Définition des composants du domaine de conception	90
4.3.1.1	Composants externes ou stratégiques du domaine de conception	95
4.3.1.2	Composants internes ou structurels du domaine de conception	96
4.3.2	Définition des composants du domaine de production	98
4.3.2.1	Composants externes ou stratégiques du domaine de production	102
4.3.2.2	Composants internes ou structurels du domaine de production	102
4.3.3	Vers la définition des séquences d'alignement.....	104
4.4	Extension des séquences d'alignement du SAM.....	104
4.4.1	Principes d'alignement du SAM.....	104
4.4.2	Mécanismes d'alignement sous-jacents	106
4.4.3	Extension des mécanismes d'alignement.....	106
4.4.4	Séquences d'alignement pour le SAM Etendu.....	107
4.4.4.1	Séquences d'alignement de nature planifiée	107
4.4.4.2	Séquences d'alignement de nature émergente.....	111

Chapitre 5 : Dynamique d’alignement et dynamique d’évolution..... 115

5.1	Le modèle « Multi-Ecrans »	116
5.1.1	La dimension temporelle	116
5.1.2	La dimension systémique	117
5.2	Concepts du Modèle Multi- Ecrans	118
5.2.1	Vue Statique	118
5.2.2	Vue Dynamique.....	118
5.3	Principes d’utilisation conjointe	121
5.3.1	Partage des instances	121
5.3.2	Instanciation des vues statiques pour l’éllicitation	123
5.3.3	Instanciation et exploitation des vues dynamiques	132
5.4	Démarche d’alignement.....	137
5.4.1	Interaction et fonctions support à l’alignement des modèles	138
5.4.2	Démarche d’alignement	139

Chapitre 6 : Cas d’Etude chez ALSTOM Transport..... 145

6.1	Contexte du cas d’étude	145
6.1.1	Contexte technico-économique	146
6.1.2	Formulation initiale du besoin.....	147
6.1.3	Les acteurs, le partenariat.....	148
6.2	Application de la démarche.....	149
6.2.1	Etape 1 : description de l’état actuel (As-Is)	149
6.2.2	Etape 2 : Identification du désalignement	151
6.2.3	Etape 3 : Prévisions à long terme et séquences d’évolution.....	154
6.2.3.1	Élicitation des informations relatives aux prévisions de l’état à long terme	154
6.2.3.2	Construction de l’ensemble de séquences d’évolution.....	156
6.2.4	Etape 4: Construction de la séquence d’alignement.....	158
6.3	Développement	166

Chapitre 7 : Conclusions et perspectives..... 169

Références Bibliographiques..... 173

Liste de Figures	179
Liste de Tableaux	183
Annexes.....	185
11.1 Annexe 1 : Diagramme d'activité dynamique d'interaction de l'application	
186	
11.2 Annexe 2 : Diagramme d'activités intégration serveur d'application – PLM	
188	

Chapitre 1 : Introduction

Le contexte industriel actuel est caractérisé par l'incertitude et la complexité de ses évolutions. Dans ce contexte, pour rester compétitive et assurer leur pérennité, les entreprises doivent, s'adapter en interne à ces contraintes externes. Ces changements internes touchent, généralement, plusieurs niveaux de l'organisation, à savoir : les niveaux stratégique, organisationnel et informationnel. Ces évolutions, qui affectent le système d'information (SI) de l'entreprise, sont traitées dans le cadre de l'alignement des SI, qui consiste à faire évoluer le SI en cohérence avec l'ensemble des contraintes d'évolution. L'alignement des SI prend de plus en plus d'importance pour les entreprises comme le montrent les nombreux sondages décrits dans (Fitzharris 1999, Kennedy 2000, Leigh 2000, Weill et Broadbent 1998) qui classent l'alignement des SI parmi les 10 sujets en Technologies de l'Information (TI) les plus importants dans l'industrie. Selon plusieurs auteurs (Chan et al. 1997, Ciborra 1997, Croteau et Bergeron 2001, Galliers 1991, Lederer et Mendelow 1989, Luftman 1996, Papp et Luftman 1995, Tallon et Kraemer 2003) cet alignement accroît la performance de l'organisation.

Selon (Camponovo et Pigneur 2004) le contexte actuel implique d'appréhender l'alignement sous un triple point de vue : (1) d'alignement avec la stratégie ; (2) d'alignement avec l'environnement externe et (3) d'alignement avec les évolutions incertaines. Sous cet angle la construction et la conduite de l'alignement n'est plus uniquement la mise en cohérence des différents composants, points de vue ou niveaux organisationnels « internes » à l'organisation et implique la proposition de modèles et démarches adaptés. L'objectif sous-jacent est d'intégrer, dès les phases amont de la conception des SI, les contraintes liées à l'environnement et aux évolutions de sorte à concevoir des SI réactifs, support à la performance de l'organisation. Dans ce cadre, nos travaux portent sur l'alignement complet, au sens de Camponovo et Pigneur, des SI dits « Techniques » c'est-à-dire support aux processus de production et de conception. Pour ces SI ces trois points de vue d'alignement prennent une forme spécifique. En effet, ces SI sont caractérisés :

- par des domaines d'applications particuliers où les usagers ne sont pas experts en TI, impactant le processus d'alignement dans sa globalité ;
- une forte intégration et hétérogénéité entre l'activité des usagers et le SI, impactant l'alignement avec l'environnement externe ;
- une désynchronisation entre l'évolution des TI et celles des infrastructures de production et de conception, impactant l'alignement avec les évolutions incertaines.

Ainsi, dans un premier temps, nous avons mené un travail de fond sur les concepts centraux de cette thèse, à savoir les notions d'alignement et de SI Techniques. La première notion est souvent appréhendée de manière floue et restrictive dans la littérature. Nous proposons de

nous appuyer sur l'analyse des méthodes de mesure d'alignement pour en fournir une définition. Une meilleure compréhension de la seconde notion est, quant à elle, nécessaire pour mettre à jour les spécificités de ces systèmes et leurs conséquences sur les trois points de vue d'alignement.

Dans un deuxième temps nous avons passé en revue et analysé, en termes de point de vue d'alignement, les approches existantes de construction de l'alignement des SI. Cette analyse se base sur un cadre, construit à partir des principaux concepts théoriques d'alignement mis à jour dans la littérature (domaines impliqués, séquence d'alignement, perspectives d'environnement et dimension temporelle). Cela permet la formalisation des mécanismes sous-jacents d'alignement, c'est-à-dire la manière dont les concepts d'alignement sont mis en œuvre par ces approches. Cette analyse montre que l'alignement avec la stratégie est supporté par l'ensemble des approches, l'alignement avec l'environnement externe est peu supporté et l'alignement avec les évolutions incertaines est rarement pris en compte. La mise en perspective de ces contributions, par rapport aux spécificités des SI Techniques, montre que pour :

- l'alignement avec la stratégie, il manque un modèle support à l'alignement des composants propres du domaine d'application des SI Techniques (conception et production)
- l'alignement avec l'environnement, il n'existe pas de support aux dimensions liées à la grande multiplicité de profils des usagers des SI Techniques et aux nouvelles technologies.
- l'alignement avec les évolutions incertaines, il manque un modèle intégrant la dimension temporelle et permettant de supporter la désynchronisation entre les évolutions des TI et celles des infrastructures techniques.

Par conséquent, nous proposons une extension du Modèle d'Alignement Stratégique SAM (Henderson et Venkatraman 1993) afin de supporter les spécificités de l'alignement avec la stratégie et avec l'environnement. En effet, les concepts du SAM permettent de décrire et structurer les domaines et séquences impliquées dans l'alignement du SI. Ces concepts sont exploités afin d'y ajouter les domaines d'application spécifiques des SI Techniques (conception et production). Ainsi, la structure des domaines du SAM original est déclinée pour composer la structure des domaines de Conception et de Production. Chaque composant du domaine est instancié en exploitant les travaux sur le thème de la stratégie et de l'organisation de la conception et de la production. Ensuite, les éléments conceptuels qui structurent les séquences « originelles » d'alignement sont identifiés et formalisés sous la forme de mécanismes d'alignement. Ils sont exploités pour décrire de nouvelles séquences potentielles d'alignement pour le SAM étendu.

Pour supporter les spécificités de l'alignement avec les évolutions, nous proposons de mettre en œuvre le modèle « multi-écrans ». Il s'agit d'un diagramme bidimensionnel qui permet de présenter une vision synthétique de la dynamique d'évolution des sous-systèmes de l'organisation à travers le temps (Goepf et Kiefer 2007). La première dimension est la dimension temporelle, sur laquelle plusieurs « horizons temporels » peuvent être représentés afin de détailler les évolutions des sous-systèmes considérés. La deuxième dimension est le niveau systémique sur lequel l'entreprise et son environnement peuvent être observés. Plusieurs niveaux organisationnels peuvent y être pris en compte afin d'analyser leurs évolutions séparément mais de manière cohérente.

Afin d'assurer un alignement complet des SI Techniques, nous proposons de coupler aux deux modèles une démarche de mise en œuvre. Pour ce faire, les principes de couplage du SAM étendu et du modèle « multi-écrans » sont décrits. La démarche consiste à s'appuyer sur le modèle « multi-écrans » et sur l'extension du SAM proposée, afin de converger vers un SI cible à « court/moyen » terme aligné avec la stratégie et l'environnement, tout en étant en cohérence avec les évolutions des différents niveaux de l'organisation. La démarche préconise, par ailleurs, de s'appuyer sur d'autres méthodes et techniques telle que l'approche d'élicitation basée contradiction (CBE) décrite dans (Goepf et al. 2008).

Les contributions de thèse sont un premier pas pour une meilleure compréhension de l'alignement des SI Techniques et pour un traitement efficient de celui-ci. Cependant, celles-ci ne posent que les bases de la construction de l'alignement et certains points tels qu'une meilleure évaluation de l'état d'alignement d'un SI donné ou encore l'évaluation des risques de « non-alignement » restent ouverts.

Ainsi, ce mémoire est organisé en sept chapitres. Les chapitres 1 et 7 correspondent, respectivement, à l'introduction et aux conclusions/perspectives. Notre travail de recherche est développé dans les chapitres 2 à 6.

Le chapitre 2 pose le contexte de recherche. Ainsi, la première partie du chapitre est consacrée au rôle et à la définition la notion d'alignement « classique », et complet des SI. La seconde partie est consacrée à la notion de SI Technique, que nous définissons et dont nous décrivons les spécificités. Sur cette base, nous détaillons la notion d'alignement complet des SI Techniques.

Le chapitre 3 a pour but d'évaluer neuf approches d'alignement des SI en termes de points de vue d'alignement traité. Ainsi, un cadre d'analyse est proposé et appliqué à neuf approches d'alignement. Celles-ci sont présentées selon la manière de traiter l'alignement stratégique. Pour chaque approche, nous faisons une présentation détaillée, et appliquons les éléments du cadre d'analyse. Nous analysons les résultats obtenus, suite à la revue des approches, de manière à mettre en évidence les contributions à chaque point de vue d'alignement avant de

les mettre en perspectives par rapport aux spécificités de l'alignement des SI Techniques. Cela permet de structurer en fin de chapitre les contributions attendues du travail et détaillées dans les chapitres 4 et 5.

Dans le chapitre 4 nous présentons la stratégie choisie pour traiter l'alignement des SI Techniques avec la stratégie et avec l'environnement. Ainsi, nous réalisons une étude des extensions existantes du SAM afin de vérifier les apports potentiels de ces travaux à notre objectif. Nous présentons, pour chaque travail, la manière dont l'extension a été réalisée ainsi que ses caractéristiques et objectifs. Ensuite, nous proposons une démarche d'extension du SAM. Cette démarche consiste à détailler la structure des éléments constitutifs du SAM (domaine et séquences). Ces éléments sont exploités pour construire l'extension de la structure du SAM et des séquences d'alignement pour chaque domaine d'application (conception et production).

Le chapitre 5 a pour but de traiter l'alignement des SI Techniques avec les évolutions et de proposer une démarche d'alignement complet. Ainsi, la première partie est consacrée à la présentation du modèle « multi-écrans ». Il est analysé d'un point de vue statique et dynamique, afin d'en extraire les éléments conceptuels qui le structurent. Sur cette base, les principes de couplage SAM étendu / modèle « multi-écrans » sont décrits puis complétés par une démarche d'alignement.

Le chapitre 6 s'attache à la mise en œuvre de la démarche et des modèles préconisés dans le cadre d'un cas d'étude industriel. Ce cas d'étude prend place dans une société du secteur ferroviaire et a permis d'évaluer en situation réelle l'intérêt de notre proposition.

Chapitre 2 : Alignement et Système d'Information (SI) Technique

2.1 La notion « classique » d'alignement des SI

2.1.1 Rôle de l'alignement des SI

Dans le contexte actuel les entreprises doivent s'appuyer sur des Systèmes d'Information (SI) flexibles et adaptables permettant de supporter leurs stratégies et leurs processus métier, mais aussi de faciliter l'adaptation de l'organisation aux exigences de l'environnement. Les adaptations dynamiques du SI issues des changements de la stratégie ou de l'environnement font partie des problématiques traitées par l'alignement des SI qui prend de plus en plus d'importance au sein des entreprises. En effet, selon les sondages suivants (Fitzharris 1999, Kearns et Lederer 2003, Kennedy 2000, Leigh 2000, Weill et Broadbent 1998), réalisés aux cadres dirigeants des TI, l'alignement des SI est parmi les 10 sujets en Technologies de l'Information (TI) les plus importants dans l'industrie.

Dans la littérature on peut identifier trois apports principaux de l'alignement des SI : (i) la maximisation du retour sur l'investissement en TI ; (ii) l'obtention d'avantages concurrentiels à travers le SI ; (iii) l'acquisition de la flexibilité nécessaire afin de réagir aux nouveaux événements.

Concernant le premier apport de l'alignement, (Galliers 1991) et (Porter 1987) affirment que l'analyse et la réalisation de l'alignement est important afin d'augmenter la compétitivité et la rentabilité de l'organisation. (Ciborra 1997) soutient que la performance économique de l'organisation peut s'améliorer par l'alignement, en trouvant le bon ajustement entre le positionnement externe de l'organisation et ses dispositions internes. (Tallon et Kraemer 2003) ont réalisé une étude afin d'établir la relation entre le degré d'alignement atteint par une organisation et le retour potentiel sur investissement en TI atteint par celle-ci.

Concernant le deuxième apport de l'alignement, (Papp 2001) et (Luftman 1996) suggèrent que l'alignement entre la stratégie et l'infrastructure organisationnelle peut permettre aux sociétés, non seulement d'améliorer la synergie entre les différents sous-systèmes organisationnels, mais aussi de faciliter le développement du plan d'entreprise, tout en augmentant la rentabilité et l'efficacité. Ils affirment que ces bénéfices tangibles permettent aux cadres directifs de se concentrer sur la mise en œuvre des TI comme moyens d'amélioration de leurs compétences de base et technologiques. Cela a pour conséquence une amélioration globale de la performance.

Concernant le troisième apport de l'alignement, (Lederer et Mendelow 1989) soutiennent que l'alignement augmente la probabilité de développer des SI permettant de flexibiliser le fonctionnement de l'organisation et d'améliorer la capacité de réaction de celle-ci.

Compte tenu du rôle important que joue l'alignement des SI au sein des entreprises, nous proposons dans le paragraphe suivant de définir plus précisément ce qui se cache de manière « classique » derrière ce concept.

2.1.2 L'alignement des SI, un concept « polymorphe »

Le concept d'alignement des SI est traditionnellement traité par l'intermédiaire du résultat obtenu après alignement. Ainsi, selon (McKeen et Smith 2003), l'alignement existe lorsque le SI est conforme aux buts et aux activités retenues pour positionner l'entreprise sur son marché. (Etien 2006) définit l'alignement comme l'ensemble des liens existants entre des éléments du modèle de processus d'entreprise et des éléments du modèle du système informatique support. (Reich et Benbasat 1996) définissent l'alignement comme le degré avec lequel la mission, les objectifs et les plans contenus dans la stratégie concurrentielle sont partagés et soutenus par la stratégie des TI. Selon le rapport CIGREF¹ 2002 l'expression « alignement » exprime l'idée de mettre en cohérence la stratégie du système d'information avec la stratégie de l'entreprise.

En d'autres termes, la vision « classique » de l'alignement fait intervenir deux domaines principaux : le domaine du Business (stratégie concurrentielle et activités de l'organisation) et le domaine des TI (stratégie de TI et SI support), qu'il s'agit de mettre en cohérence. Cependant, il n'existe pas de définition consensuelle de ce terme ni de la nature des éléments de l'organisation impliqués. En effet, les travaux dans le domaine ne détaillent pas la nature de la notion d'alignement, c'est-à-dire son essence et ses attributs ; et ne la définissent pas précisément. Ces travaux s'attachent principalement à la traiter par la proposition d'approches support. Ainsi, Ciborra a souligné dans (Ciborra 1997) le manque de continuité dans l'utilisation de ce terme dans les différents travaux qui traitent la relation entre le monde du Business et le monde des TI. En effet, de nombreux termes sont utilisés dans la littérature pour décrire cette relation tels que : « ajustement » (Porter 1996), « intégration » (Weill et Broadbent 1998), « pont » (Ciborra 1997), « harmonie » (Luftman 1996), « alignement » (Wegmann et al. 2005), « lien » (Henderson et Venkatraman 1993).

Afin de détailler la notion d'alignement des SI, nous proposons de faire une revue des principales approches permettant de mesurer le degré d'alignement. En effet, celles-ci peuvent fournir des pistes sur la signification de ce concept. Ces approches, qui permettent de mesurer

¹ Club Informatique des GRandes Entreprises Françaises

le degré d'alignement d'un SI par rapport à l'organisation, sans fournir de démarches de réalignement, peuvent être regroupées selon leur mode de mesure en : (1) approches basées modélisation et (2) approches basées perception. Les approches du premier groupe préconisent de créer des modèles représentant les domaines de Business et des TI puis de vérifier ensuite la correspondance entre les éléments de ces modèles. Les approches du deuxième groupe cherchent à évaluer le support fourni par les TI aux processus de l'organisation par des sondages de perception auprès des cadres directifs et des utilisateurs du SI ou par des indicateurs numériques tels que le temps de réponse des infrastructures technologiques ou le temps moyen d'obtention d'un service par l'utilisateur.

Approches basées modélisation :

Parmi les approches basées modélisation, (Zarvić et al. 2008) proposent une approche qui permet de vérifier l'alignement entre le modèle d'entreprise et les fonctions fournies par les TI. Pour y parvenir, cette approche propose cinq étapes. Les trois premières suivent une approche "top-down" et cherchent à détailler les fonctionnalités des TI en fonction des buts stratégiques, tandis que les deux dernières suivent une approche « bottom-up » qui cherche à valider les fonctionnalités des TI à partir des attentes des utilisateurs. La première étape consiste à créer un modèle d'entreprise en utilisant la technique de modélisation « e3-value ». Cette technique permet de modéliser le réseau d'acteurs interagissant et coopérant avec l'entreprise ainsi que les différents « objets de valeurs » échangés entre ces acteurs. La deuxième étape consiste à identifier les services dont les acteurs ont besoin pour travailler ensemble et pour satisfaire les besoins des clients. La troisième étape consiste à déterminer le rôle des TI support. Il s'agit de déterminer les fonctions informatiques et technologiques nécessaires pour supporter les services identifiés au cours de la deuxième étape. La quatrième étape consiste à définir les diagrammes de cas d'utilisation en UML (*Unified Modeling Language*) pour l'application informatique à partir des informations fournies par les différentes parties prenantes ou « stakeholders ». Ces diagrammes cherchent à représenter les attentes des utilisateurs afin de valider les services et fonctions informatiques déterminés précédemment. La dernière étape consiste à mesurer le degré d'alignement par la vérification de la cohérence entre les éléments de ces modèles, à savoir :

- entre les cas d'utilisation et le modèle de valeur décrit dans l'étape 1 ;
- entre les cas d'utilisation et les services décrits dans l'étape 2 ;
- entre les cas d'utilisation et les fonctionnalités des TI décrites dans l'étape 3 ;

(Etien 2006), quant à elle, part de la définition du concept d'alignement pour fournir des métriques du degré d'alignement entre les processus de l'entreprise et le SI support. Le concept d'alignement y est défini comme l'ensemble de liens « *correspond* » (égalité entre éléments similaires) et « *représente* » (impact d'un élément d'un modèle sur un élément d'un

autre modèle) entre le modèle de processus et le modèle de SI. Ainsi, le degré d'alignement est mesuré en comparant : (i) l'ensemble des liens qui existent entre les éléments du modèle de SI et les éléments du modèle de processus et (ii) l'ensemble maximal des liens possibles entre ces modèles.

En conclusion, les approches basées modélisation préconisent :

- de représenter au niveau fonctionnel les composants des domaines du Business (stratégie et processus de l'organisation) et des TI (architecture du SI) par des modèles ;
- de mesurer le degré d'alignement par la vérification des similarités entre les éléments de ces modèles.

Approches basées perception :

Plusieurs approches basées sur la perception des utilisateurs ont cherché à détailler la nature de l'alignement et à le mesurer par des moyens théoriques et empiriques.

Une première catégorie d'approches, STROEPIS et STROIM, ont adapté l'approche STROBE (Strategic Orientation of Business Enterprises) (Venkatraman 1989) au contexte des SI. Leur objectif principal est de mesurer le degré d'implémentation de la stratégie des TI. L'approche STROBE est un outil qui permet de mesurer le niveau d'implémentation générale de la stratégie concurrentielle par l'analyse et le dimensionnement de la nature de celle-ci. Six caractéristiques ou dimensions de la stratégie y sont définies :

- agressivité,
- analyse,
- défense interne,
- futur désiré,
- capacité à innover et
- degré de risque.

Ces dimensions sont dérivées d'une analyse des travaux théoriques existants dans le domaine de la stratégie. Des indicateurs ou items permettant de mesurer chaque dimension sont proposés et développés à partir d'une étude empirique des modes de déploiement des ressources mis en œuvre pour atteindre les objectifs stratégiques. La mise en œuvre de ces indicateurs permet de repérer la perception des cadres directifs sur le niveau d'implémentation de la stratégie concurrentielle.

(Chan et al. 1997) ont développé STROEPIS (Strategic Orientation of the Existing Portfolio of Information Systems) pour mesurer le degré d'implémentation de la stratégie des TI en se basant sur les mêmes caractéristiques ou dimensions que STROBE. Ces caractéristiques, adaptées pour la stratégie des TI, font le point sur l'aptitude des fonctionnalités fournies par les TI pour supporter la stratégie concurrentielle.

Dans une étude plus récente, (Ragu-Nathan et al. 2001) proposent STROIM (Strategic Orientation of Information Management), un outil qui permet de mesurer le niveau d'implémentation de la stratégie de gestion de l'information (Information Management Strategy - IMS) au sein d'une organisation. Cette mesure est réalisée à l'aide d'une échelle construite à partir des mêmes caractéristiques de stratégie que STROBE. L'échelle STROIM cherche à mesurer la cohérence entre les politiques de planification, gestion et contrôle du développement du SI et les buts de l'organisation.

Une seconde catégorie d'approches a pour objectif de vérifier l'influence du degré d'alignement sur la performance organisationnelle. Pour ce faire, celles-ci proposent des moyens de mesure de l'alignement.

(Tallon et Kraemer 2003) cherchent à établir la relation entre le degré d'alignement atteint par une organisation et le retour potentiel sur investissement en TI. Pour ce faire, un outil de mesure du degré d'alignement, centrée perception/utilisation des TI, est proposé. Cet outil comporte 30 items classés en 6 catégories de 5 items. Ces derniers permettent de mesurer le support fourni par les TI aux six activités suivantes de la chaîne de valeur de l'organisation, que Tallon et Kraemer ont définies:

- planification des processus,
- relation avec les fournisseurs,
- production et opération,
- gestion de la qualité,
- marketing et relation avec les clients.

Chaque item est évalué sur une échelle de 1 (non supporté) à 7 (supporté). Cet outil a servi de base d'un sondage réalisé auprès de 63 entreprises pour établir la perception du support fourni par les TI aux activités des managers et des employés ainsi que sa relation avec le retour sur investissement.

(Luftman 2003), quant à lui, propose une méthode pour évaluer le niveau de maturité de l'alignement Business/TI basé sur un ensemble de meilleures pratiques organisationnelles. Cette méthode comporte 6 critères ou catégories de maturité de l'alignement Business/TI, à savoir :

- maturité en communication,
- maturité en mesure de la valeur créée par les TI,
- maturité en gouvernance,
- maturité en partenariat,
- maturité en périmètre des TI et
- maturité en gestion de ressources humaines.

Chaque critère de maturité est structuré par un ensemble d'attributs ou de pratiques organisationnelles. Ces attributs sont évalués par les cadres supérieurs en utilisant un schéma d'évaluation à cinq niveaux. Une fois chaque attribut évalué la moyenne du groupe d'évaluation est calculée par attribut et par critère de maturité. Ces résultats sont ensuite utilisés par le groupe d'évaluation afin de converger vers une évaluation globale du niveau de maturité d'alignement Business/TI de l'entreprise. Les entreprises de niveau 1, le plus bas, ne disposent pas de processus et de la communication nécessaires pour être alignées. Dans les entreprises de niveau 5, le plus élevé, la stratégie concurrentielle et la stratégie des TI s'adaptent de manière dynamique en utilisant des processus de changement préétablis impliquant les partenaires externes et les clients.

La méthode INSTAL (Intentional Stratégique Alignment) (Thevenet et Salinesi 2007, Thevenet et Salinesi 2009) propose de mesurer le support fourni par le niveau opérationnel au niveau stratégique. Le niveau opérationnel qui comprend les processus organisationnels. Le niveau stratégique comporte la stratégie concurrentielle et les besoins de haut niveau. Cette méthode propose d'abord de documenter l'alignement stratégique par (i) l'utilisation d'un modèle intentionnel représentant les deux niveaux ; et (ii) la définition de liens d'alignement entre ce modèle et les éléments de l'entreprise (documents, méthodes, démarches) du niveau stratégique et du niveau opérationnel. L'originalité de cette méthode est d'utiliser le modèle intentionnel MAPs (Rolland et al. 1999) comme formalisme intermédiaire pour extraire et représenter les informations de ces deux niveaux. Les liens d'alignement stratégique, qui sont rattachés aux intentions du MAPs, permettent de définir l'ensemble des éléments stratégiques justifiant ces intentions et l'ensemble des éléments opérationnels contribuant ou non à celles-ci. Ensuite, INSTAL propose des métriques et des mesures. Les métriques fournissent a une vue quantitative ou qualitative de l'alignement des éléments du niveau stratégique avec les intentions représentées sur le MAPs. Les mesures fournissent une vue quantitative ou qualitative de l'alignement des éléments du niveau opérationnel avec les intentions du MAPs. Chaque métrique ou mesure est définie par une méthode de mesure spécifique. Les méthodes peuvent être objectives (quantification basée sur des règles numériques) ou subjectives (la quantification implique jugement humain via des questionnaires). INSTAL adopte une typologie métrique afin d'organiser les métriques/mesures. Cette typologie comporte quatre grandes catégories : efficacité, efficacité, accessibilité et responsabilité. Chaque catégorie comporte des dimensions la caractérisant. Par exemple, l'efficacité, concernant les nombre de ressources nécessaires pour la fourniture d'un service, comporte deux dimensions : temporelle et économique.

En conclusion, les approches basées perception fournissent des items ou des critères d'évaluation du niveau d'appropriation des TI au sein de l'organisation. Ces items cherchent à évaluer le niveau de support fourni par le SI aux « *stakeholder* » ou « partie prenantes » pour

accomplir les activités permettant l'atteinte des buts de l'organisation. Ces activités sont souvent regroupées en processus faisant partie de la chaîne de valeur. Chaque critère est analysé et évalué en utilisant des échelles de niveaux d'utilisation/appropriation.

A partir des conclusions de cette revue des approches de mesure d'alignement, nous détaillons ci-après la définition de la notion d'alignement des SI telle qu'elle est abordée classiquement.

Définition de la notion « classique » d'alignement des SI :

Du point de vue classique, l'alignement des SI est considéré comme une mise en cohérence « interne » à l'organisation, des composants du domaine des TI, notamment l'architecture du Système Informatique, et les composants du domaine du Business, notamment la stratégie concurrentielle et les processus de l'organisation. Dans cette optique, les TI sont vues comme un support opérationnel qui permet aux parties prenantes d'accomplir les activités de l'organisation (souvent regroupées en processus) afin d'atteindre les objectifs stratégiques fixés. Cet alignement « interne » est aussi appelé dans la littérature alignement « stratégique ».

Cette mise en cohérence « interne » nécessite de détailler la nature des domaines et des liens entre ces domaines. Pour ce faire, nous proposons de nous appuyer sur les concepts proposés dans le Modèle d'Alignement Stratégique (en anglais : *Strategic Alignment Model - SAM*) de (Henderson et Venkatraman 1993). En effet, ce modèle fournit des éléments qui permettent de formaliser et de structurer la notion d'alignement stratégique, à savoir :

- (i) des composants pour structurer et formaliser les domaines à aligner et
- (ii) des séquences d'alignement construites à partir de briques conceptuelles (ajustement stratégique et intégration fonctionnelle) d'alignement et permettant de détailler la nature des liens entre ces domaines.

2.1.3 Le Modèle d'Alignement Stratégique SAM

Le SAM est structuré en deux *Domaines* : Business et Technologies de l'Information (TI). Ces deux domaines sont subdivisés, à leur tour, en deux *Perspectives ou Niveaux* : externe (stratégie) et interne (structure). Chaque niveau est structuré et caractérisé par des *Composants* : périmètre, compétences et gouvernance pour le niveau externe ; infrastructure, compétences et connaissances, et processus pour le niveau interne (cf. Figure 1).

2.1.3.1 Domaine du Business et domaine des TI

Composants du domaine du Business

Le domaine du Business est composé de deux niveaux de choix stratégiques :

- *Stratégie Concurrentielle ou « Business Strategy »*, dans le niveau externe, concernant la prise de décisions par rapport aux produits et au positionnement de l'entreprise dans le

marché. Le niveau externe du domaine du Business est structuré par les trois composants suivants :

- *Périmètre du Business*: décisions déterminant le positionnement concurrentiel de l'entreprise. Souvent appelé « segmentation de marché », ces décisions définissent les types de produits, niches, clients et zones géographiques qui définissent le périmètre de l'entreprise.
 - *Compétences du Business*: décisions qui déterminent comment l'entreprise va être concurrentielle dans la fourniture de ses produits et services. Ces décisions déterminent les attributs de la stratégie qui créent la capacité de l'entreprise de différencier ses produits et services de ceux de ses concurrents.
 - *Gouvernance du Business*: décisions relatives aux partenariats, associations ou alliances permettant le positionnement de l'entreprise sur un marché spécifique. Ce composant stratégique comporte des décisions telles que la sous-traitance des activités de gestion financière, comptable, etc.
- *Structure organisationnelle et processus*, dans le niveau interne, concerne la structure administrative et les processus de gestion de l'entreprise. Le niveau interne du domaine du Business est structuré par les trois composants suivants :
- *Structure administrative*: décisions relatives à la définition des rôles, des responsabilités et de la structure de l'entreprise.
 - *Processus organisationnels « Business processes »*: décisions concernant la manière dont les activités et fonctions de gestion de l'entreprise doivent être réalisées.
 - *Ressources humaines et compétences du Business*: décisions liées à l'acquisition, la formation, et le développement de la connaissance et des compétences des individus pour réaliser les activités de gestion de l'entreprise.

Composants du domaine des TI

De manière similaire, le domaine de TI est décrit par deux niveaux :

- *Stratégie des TI*, dans le niveau externe des TI, concerne le périmètre technologique, les compétences technologiques distinctives et les alliances technologiques stratégiques (gouvernance technologique). Le niveau externe du domaine des TI est également structuré par trois composants, à savoir :
- *Périmètre technologique* : choix de TI pouvant supporter la stratégie concurrentielle existante ou façonner une nouvelle stratégie concurrentielle par l'obtention d'avantages concurrentiels.
 - *Compétences des TI*: capacités et forces des TI (connectivité, interopérabilité, intégrabilité, fiabilité, vitesse de réponse) qui pourraient contribuer à la formulation d'une nouvelle stratégie concurrentielle ou à supporter l'existante.
 - *Gouvernance des TI*: sélection et utilisation de mécanismes (alliances stratégiques, partenariat, coopération) permettant l'obtention des compétences en TI requises par l'organisation.

➤ *Infrastructure technologique et processus du SI*, dans le niveau interne des TI, concerne l'architecture technique des SI, les processus de conception, évolution, surveillance et maintenance des SI ainsi que la gestion des connaissances et compétences technologiques. Le niveau interne du domaine des TI est également structuré par trois composants, à savoir :

- *Architecture technique du SI*: choix relatifs à la définition du portefeuille d'applications, de la configuration du matériel (hardware), des logiciels (software) et des communications, ainsi que du modèle de données. L'ensemble de ces éléments définit l'architecture technique des SI.
- *Processus des SI*: définition des pratiques et activités de conception et évolution du SI ainsi que de contrôle, surveillance et maintenance de celui-ci.
- *Ressources humaines et compétences technologiques*: concernant l'acquisition, la formation, et le développement de la connaissance et des compétences individuelles requises pour effectivement opérer et gérer l'infrastructure des SI.

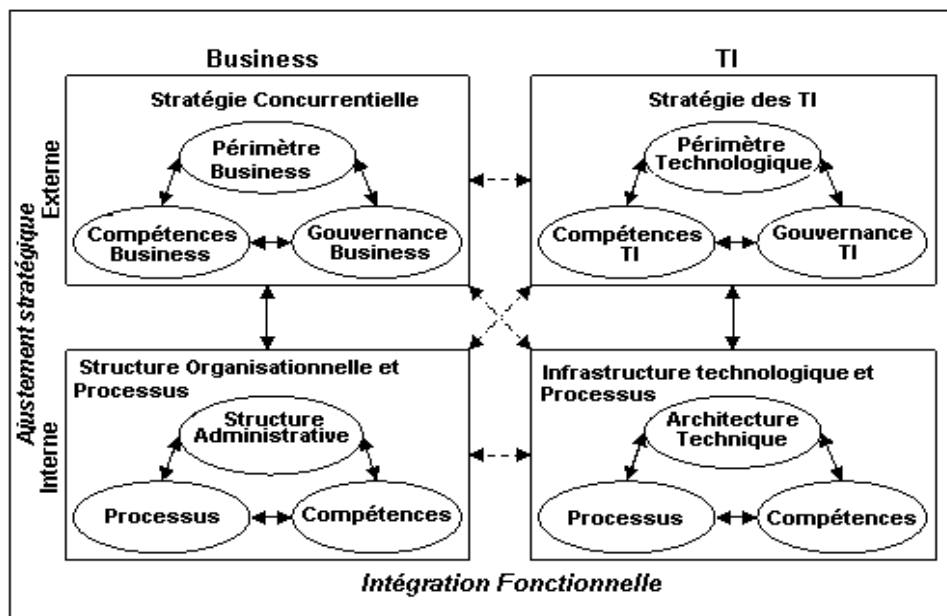


Figure 1. Modèle d'Alignement Stratégique SAM (Henderson et Venkatraman 1993)

2.1.3.2 Séquences d'alignement

L'alignement stratégique entre le domaine des TI et le domaine du Business est conceptualisé dans le SAM sous la forme de deux briques d'alignement détaillant le lien entre domaines :

- *Ajustement stratégique* (strategic fit) : entre le niveau externe et le niveau interne d'un même domaine.
- *Intégration fonctionnelle* (functional integration) : entre les niveaux externes ou internes de domaines différents (Business et TI dans ce cas).

Henderson et Venkatraman introduisent la notion de *perspective ou séquence d'alignement* en soutenant que l'application d'une seule brique d'alignement (ajustement stratégique ou

intégration fonctionnelle) n'est pas suffisant pour aligner effectivement une organisation et son SI. Ils proposent d'enchaîner ces briques de différentes manières (séquence d'alignement) pour aligner ces domaines. En effet, une séquence d'alignement peut être dérivée en dessinant une ligne entre trois des quatre domaines du SAM. Les enchaînements potentiels entre les quatre domaines, ont été formalisés par Henderson et Venkatraman par quatre séquences d'alignement :

Stratégie Concurrentielle (Business Strategy) comme fil conducteur

Les deux premières perspectives existent lorsque la stratégie concurrentielle est le moteur du changement.

Séquence 1. Exécution de la stratégie concurrentielle

Cette séquence d'alignement est, peut-être, la séquence la plus courante et la plus largement utilisée car elle correspond à la vision classique et hiérarchique de l'alignement stratégique. Dans cette séquence (cf. Figure 2) les trois domaines impliqués sont : la stratégie concurrentielle, la structure organisationnelle et processus ainsi que l'infrastructure technologique et les processus des SI. Ici, la stratégie concurrentielle est mise en œuvre à travers la re-conception de la structure organisationnelle et processus (ajustement stratégique). Cette structure organisationnelle est dérivée, par une intégration fonctionnelle, en infrastructure technologique et processus du SI (à travers, par exemple, la configuration de l'architecture du système informatique appropriée). Par exemple, une entreprise formule une nouvelle stratégie concurrentielle qui consiste à ouvrir des nouveaux magasins pour vendre ses produits dans des villes où elle n'était pas présente auparavant. Cela va impliquer la restructuration des processus d'approvisionnement des produits afin de répondre aux besoins générés par les nouveaux magasins ainsi que la modification de la structure administrative de l'organisation liée, entre autres, à l'embauche de nouveaux responsables de magasins. Dans ce cadre, l'adaptation des niveaux interne des TI, par la modification de l'architecture du système informatique, peut être nécessaire afin supporter les nouveaux processus et la nouvelle structure administrative.

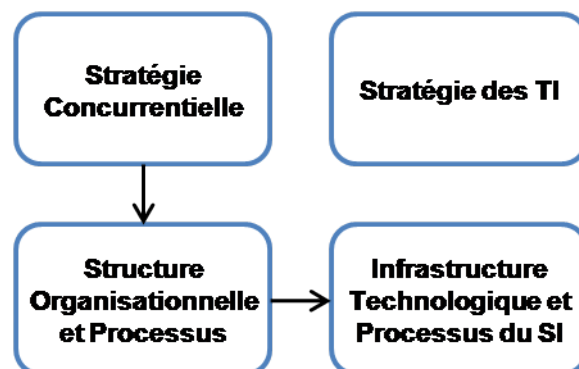


Figure 2. Séquence d'alignement « Exécution de la stratégie concurrentielle »

Séquence 2. Transformation Technologique

Contrairement à la séquence 1, celle-ci n'est pas contrainte par la conception de la structure et des processus de l'organisation, mais, cherche à identifier les meilleures compétences des TI. Dans cette séquence (cf. Figure 3) les trois domaines impliqués sont : la stratégie concurrentielle, la stratégie des TI et l'infrastructure technologique et processus du SI. Celle-ci cherche à évaluer la mise en œuvre de la stratégie concurrentielle à travers la stratégie des TI appropriée (ajustement stratégique) et son articulation à travers l'infrastructure technologique et les processus du SI (intégration fonctionnelle) correspondants. Par exemple, une entreprise du secteur manufacturier, dans le cadre de sa nouvelle stratégie concurrentielle centrée livraison rapide de commandes, décide de mettre en place un nouveau système de création de commandes sur internet permettant l'identification des clients et le paiement en ligne. Afin d'explorer les TI disponibles sur le marché ou d'en développer de nouvelles (si nécessaire) pour la conception de ce système, l'entreprise décide de mettre en place un partenariat avec un éditeur de logiciel. Ainsi, la mise en place de cette stratégie des TI implique la définition du périmètre des TI, les plus appropriées pour le projet, et des compétences technologiques associées ainsi que le choix de ses partenaires technologiques. Enfin, afin d'exécuter cette stratégie des TI, l'entreprise et son partenaire technologique définissent le planning de développement du système et les changements nécessaires au niveau de l'architecture technique du SI existante pour permettre l'intégration du système de commandes.

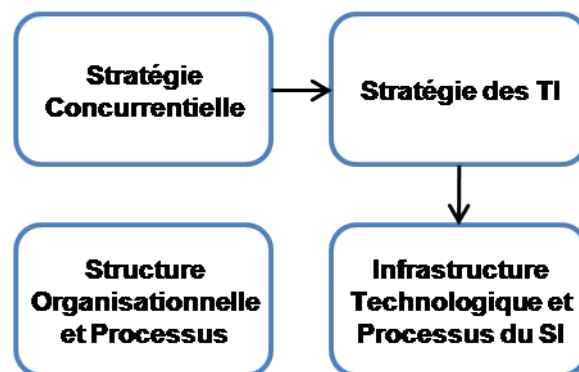


Figure 3. Séquence d'alignement « Transformation Technologique »

Stratégie des TI comme facilitateur

Les deux séquences d'alignement suivantes prennent place lorsque la gestion d'entreprise explore comment les TI pourraient permettre la création de nouvelles stratégies concurrentielles tout en évaluant les implications correspondantes sur l'organisation. Dans ces deux séquences la stratégie des TI est le moteur du changement.

Séquence 3. Potentiel Compétitif

Dans cette séquence (cf. Figure 4) les trois domaines impliqués sont : la stratégie des TI, la stratégie concurrentielle et la structure organisationnelle et processus. Cette séquence d'alignement assure, dans un premier temps, une intégration stratégique entre la stratégie des TI et la stratégie concurrentielle. Celle-ci est réalisée par l'exploitation des possibilités des TI émergentes pour la conception de nouveaux produits et services (périmètre du Business), pour influencer les principaux attributs de la stratégie concurrentielle (compétences distinctives du Business), et pour développer de nouvelles formes de relations et de partenariat (gouvernance du Business). Ensuite, cette nouvelle stratégie concurrentielle est implémentée par la re-conception de la structure organisationnelle et des processus (ajustement stratégique) correspondants. Ainsi, par exemple, une entreprise ayant formulé une stratégie des TI consistant à choisir de nouvelles TI permettant de nouveaux échanges informationnels avec ses partenaires, pourrait développer de nouvelles formes de partenariats. Ces partenariats modifient la stratégie concurrentielle, la structure organisationnelle et les processus doivent évoluer en cohérences avec ces changements.

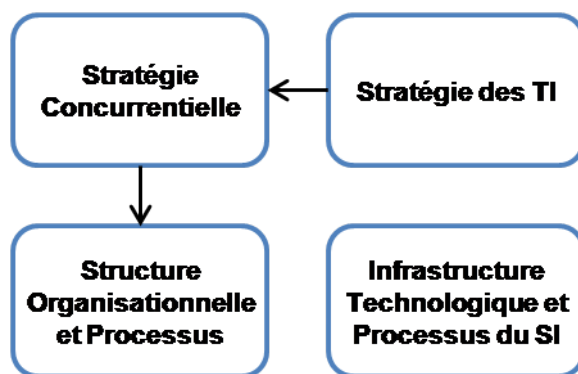


Figure 4. Séquence d'alignement « Potentiel Compétitif »

Séquence 4. Niveau de service du SI

Cette séquence (cf. Figure 5) se focalise sur la manière de construire une plate-forme de services technologiques. Les trois domaines impliqués sont : la stratégie des TI, l'infrastructure technologique et processus du SI ainsi que la structure organisationnelle et processus. Tout d'abord, un ajustement stratégique entre la stratégie des TI et sa conception interne (infrastructure technologique et processus du SI correspondants) est réalisé. Ensuite une intégration fonctionnelle entre l'infrastructure technologique et processus du SI avec la structure organisationnelle et processus est réalisée. Dans cette séquence, le rôle de la stratégie concurrentielle est indirect. En effet, elle ne cherche qu'à fournir la direction pour stimuler la demande des services technologiques. Ainsi, par exemple, une entreprise voulant mettre les nouvelles TI au cœur de son métier, va d'abord formuler une stratégie des TI et ensuite implémenter cette stratégie par la conception d'un système informatique capable de

satisfaire les besoins des utilisateurs du SI de sorte à celui-ci puisse supporter les processus correspondants. Dans cette séquence, ce sont les TI et le système informatique correspondant qui tirent le changement et la réingénierie des processus supportés.

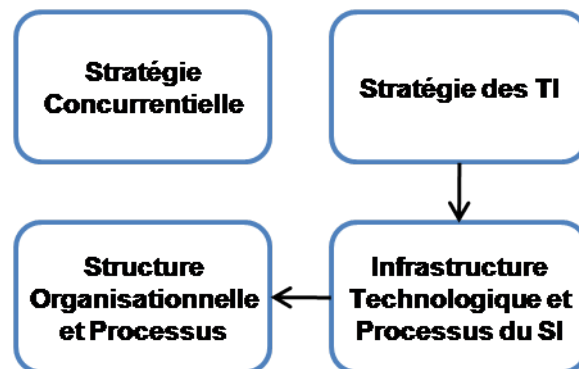


Figure 5. Séquence d'alignement « Niveau de service du SI »

En conclusion,

- le SAM fournit de moyens conceptuels permettant de structurer et formaliser l'alignement stratégique « interne » à l'organisation.
- Le SAM fait une distinction entre la perspective externe des technologies de l'information (stratégie de TI) de son développement interne (infrastructure technologique et processus des TI). De ce point de vue, le SAM structure de manière explicite le rôle des TI pour supporter le positionnement externe de l'entreprise.
- Le SAM introduit la notion de « dynamique d'alignement » par la proposition de séquences alignant les domaines du SAM de différentes manières. Ces séquences sont construites à partir de l'enchaînement de deux briques d'alignement : « ajustement stratégique » et « intégration fonctionnelle ».

L'alignement « stratégique » ou « interne » des entreprises reste une condition nécessaire et importante à l'alignement global du SI. Cependant, aujourd'hui il n'est plus suffisant pour faire face aux incertitudes et à la complexité de l'environnement externe. En effet, le traitement d'un alignement isolé des domaines internes de l'organisation, sans prendre en compte les forces de l'environnement externe (toujours en changement), peut avoir comme conséquence un manque de réactivité dans l'évolution de l'organisation mais aussi des mauvais choix d'évolution ayant des répercussions graves sur la compétitivité de celle-ci.

Il est nécessaire ainsi d'aborder l'alignement des SI non seulement du point de vue stratégique, mais d'y ajouter deux points de vue complémentaires, à savoir, *l'alignement avec l'environnement externe* et *l'alignement avec les évolutions incertaines* (Camponovo et Pigneur 2004) (cf. Figure 6). Cependant, ces deux points de vue complémentaires ne sont pas explicitement définis par Camponovo et Pigneur. Ces derniers proposent un état de l'art des approches, issues du monde de la gestion, permettant de les supporter. Nous proposons de

faire une revue de cet état de l'art pour en déduire une définition explicite de ces deux points de vue. La section suivante vise à rappeler la finalité de l'alignement avec la stratégie ainsi que ses difficultés de réalisation et à proposer une définition pour chaque point de vue complémentaire.

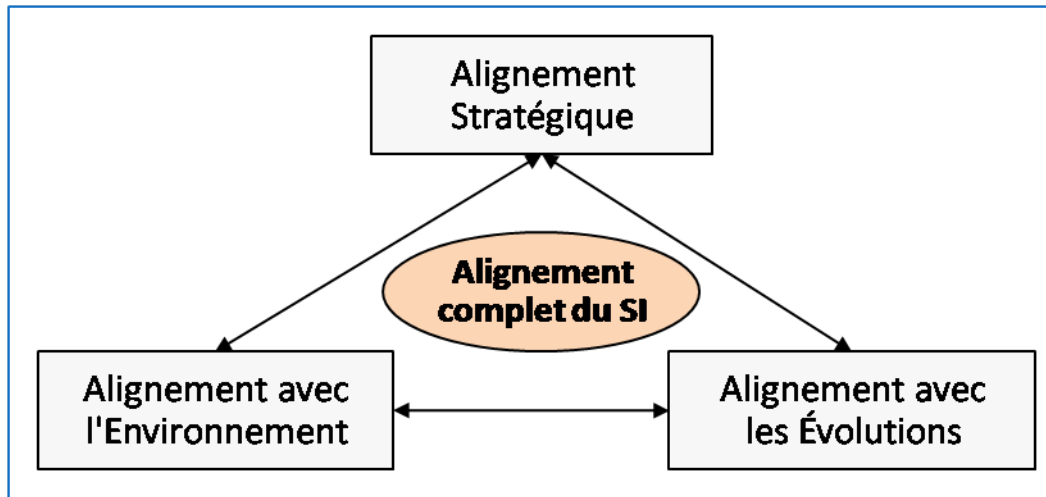


Figure 6. Alignement complet des SI (Camponovo et Pigneur 2004)

2.2 La notion d'alignement « complet » des SI

2.2.1 Alignement avec la stratégie

Le premier point de vue correspond à l'alignement classique « interne ». Cet alignement est effectif lorsque le SI est conforme aux buts et aux activités retenues pour positionner l'entreprise sur son marché (McKeen et Smith 2003).

Une des principales difficultés pour réaliser cet alignement au sein de l'entreprise est le manque de compréhension commune et de communication entre les cadres du monde du Business et ceux du monde des TI (Chang et al. 2008, Forman et al. 2007, Peppard 2003, Redoli et al. 2008). En fait, la plupart des dirigeants d'entreprise ont une compréhension intuitive de la manière dont leurs organisations travaillent, mais ils sont rarement capables de le communiquer d'une façon claire et simple. Par conséquent, les cadres des TI comprennent rarement ce qui est attendu d'eux et comment ils pourraient contribuer à l'amélioration de l'efficacité et de la productivité de l'entreprise. Inversement, les cadres en TI ont une idée claire de ce que les TI sont capables de fournir, mais souvent ils ont du mal à développer un SI en cohérence à l'ensemble des métiers.

2.2.2 Alignement avec l'environnement externe

L'alignement entre la stratégie de l'organisation et son environnement extérieur est aujourd'hui considéré comme essentiel pour la performance de l'organisation (Choo 2001). Camponovo et Pigneur proposent un état de l'art comportant les principaux travaux permettant de supporter l'alignement avec l'environnement :

- L'analyse ou matrice SWOT, de l'anglais Strengths (forces), Weaknesses (faiblesses), Opportunities (opportunités), Threats (menaces), est un outil qui permet la confrontation entre les résultats du diagnostic externe, identifiant les « opportunités » et les « menaces » présentes dans l'environnement, et ceux du diagnostic interne, identifiant les « forces » et les « faiblesses » du domaine d'activité stratégique (Andrews 1987).
- Le modèle des cinq forces de (Porter 1980) préconise de prendre en compte les cinq forces fondamentales qui forment la structure de l'environnement de l'industrie afin de formuler la stratégie concurrentielle. Ces cinq forces sont : (1) le pouvoir de négociation des clients, (2) la menace d'entrants potentiels, (3) le pouvoir de négociation des fournisseurs, (4) la menace des produits de substitution, (5) l'intensité de la concurrence intrasectorielle.
- Le « *disruptive technology framework* » de (Christensen et Bower 1996) propose qu'une entreprise doit faire attention à son environnement (et non pas se concentrer seulement sur les produits, processus), afin de percevoir et de faire face aux changements n'ayant pas initialement d'incidence sur leur marché principal, mais qui pourraient le perturber dans le futur.
- Enfin, l'approche de la « prospective stratégique » de (Godet 2001) reconnaît explicitement le rôle fondamental de l'évaluation de l'environnement et de son évolution par l'entrelacement fermé de (i) l'analyse de l'environnement, (ii) la formulation de la stratégie concurrentielle et (iii) la planification par des scénarios.

Après analyse de ces travaux, on peut dire que l'alignement avec l'environnement consiste, principalement, à :

- « évaluer » ou « scruter » l'environnement dans lequel sont déployées les activités de l'organisation afin de comprendre les forces de changement externes qui peuvent affecter sa future position, et
- définir des stratégies de réponse efficaces et efficientes pour mieux faire face aux changements potentiels externes.

Concernant l'« évaluation » ou « scrutation » de l'environnement d'une organisation, celui est défini comme « *la recherche d'informations concernant les événements et relations au sein de l'environnement extérieur à l'organisation* » (Aguilar 1967). La connaissance de cet élément peut aider les cadres supérieurs à planifier l'avenir de l'organisation. Il a été constaté, par

exemple, que les sociétés ayant des systèmes avancés pour scruter l'environnement ont une croissance et une rentabilité plus élevées que celles qui n'ont pas de tels systèmes (Subramanian et al. 1993).

2.2.3 Alignement avec les évolutions incertaines

Il existe une grande variété de méthodes de prévision qui peuvent aider à estimer les perspectives d'avenir dans l'environnement telles que les prévisions par extrapolation et probabilistes, les méthodes par impact croisés, l'analyse structurelle, l'élaboration de scénarios ou encore la consultation d'experts (Godet 2001, Martino 2003).

A cause du développement incertain et rapide du paysage technologique, les approches de prévision à base de scénarios sont perçues comme la meilleure option pour traiter les hauts niveaux de complexité, incertitude et turbulence qui caractérisent l'environnement actuel (Dyson 1990). La prévision à base de scénarios suit un processus systématique, itératif et imaginatif avec le but de créer un certain nombre de scénarios séquentiels (d'habitude trois ou quatre) représentant le futur potentiel. Un scénario est défini dans (Kahn et A. 1967) comme « *la description d'un état du futur avec le cheminement nécessaire pour atteindre cet état à partir d'un état initial* ». Deux approches principales, pour la conception de scénarios, peuvent être identifiées dans la littérature :

- D'une part, l'approche de (Godet 2001), fondée sur une réflexion collective et globale face aux changements de l'environnement, se sert de différents outils tels que l'analyse morphologique, la méthode des scénarios, l'analyse structurelle et l'analyse des stratégies d'acteurs.
- D'autre part, l'approche du « *Global Business Network* » popularisée par Shell au cours des années 70 (Schwartz 1991) est beaucoup plus informelle. Elle est fondée sur l'identification des facteurs clé et des forces motrices de l'environnement ainsi que les visions alternatives repérées par une équipe d'experts pendant des ateliers de création de scénarios.

Ces deux approches reposent sur l'hypothèse que les variables retenues ne sont pas indépendantes les unes des autres et que la survenue d'un événement peut modifier les conditions d'apparition d'autres événements.

Ainsi, on peut dire que l'alignement du SI avec les évolutions incertaines vise à prévoir ou estimer les évolutions potentielles de l'organisation et de son environnement ainsi qu'à assurer que le SI puisse évoluer conformément à ces changements. Ce fait accentue la nécessité d'implémenter des SI évolutifs de manière à faire face aux changements potentiels à travers le temps. Cela est particulièrement le cas des entreprises immergées dans des environnements incertains et en évolution rapide.

2.3 L'alignement « complet » des SI Techniques

L'alignement complet des SI en général est caractérisé par trois points de vue. On se propose, à partir des spécificités des SI Techniques, de définir quelle est la forme de ces trois points de vue pour ce type particulier de SI qui fait l'objet de notre travail.

2.3.1 La notion de SI Technique

Les entreprises du secteur manufacturier font face à la gestion de données issues de deux processus principaux :

- Le processus de création et définition du produit, correspondant à la conception de celui-ci.
- Le processus de traitement d'une commande produit allant de l'offre à la livraison de ce produit en passant par son lancement et sa fabrication au sein du système de production.

Nous désignons par SI « Techniques », les SI supportant ces deux processus. Or, généralement les définitions faisant référence aux SI Techniques ou SI Produit telles que celles données dans (Cauvet et Sabroux 2001, CIMData 2001, Gzara 2000) font, en réalité, référence aux SI support à la conception sans prendre en compte les aspects liés à la production tels que l'ordonnancement, la planification ou encore le suivi de la production.

Les SI Techniques s'appuient sur des systèmes informatiques spécifiques (cf. Figure 7). Il s'agit souvent de briques applicatives standards. Nous détaillons, ci-dessous, celles relatives au travail routinier pour la conception et la production.

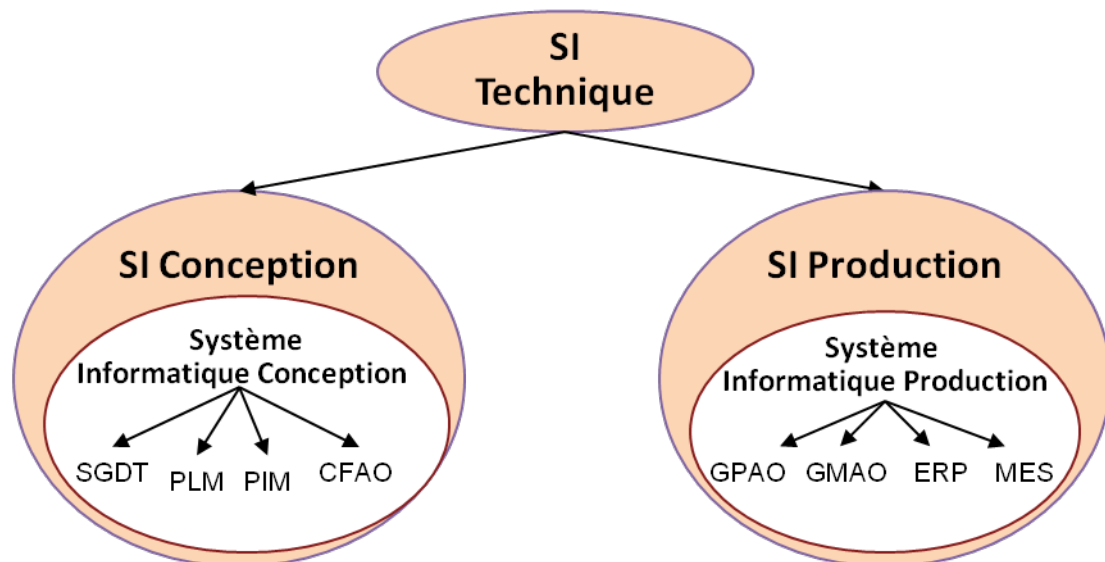


Figure 7. Briques applicatives du SI Technique

Parmi les briques applicatives relatives aux systèmes informatiques support à la conception, on peut citer :

- Les « Systèmes de Gestion de Données Techniques » (SGDT), en anglais « *Product Data Management* » *PDM*, supportant la Gestion des Données Techniques (GDT), permettent la diffusion de ces données, de leurs révisions et de leurs documents associés aux acteurs et aux applications d'exécution qui les utilisent. Les SGDT sont aujourd'hui des outils d'intégration entre diverses applications d'ingénierie telles que les applications de Conception Assisté par Ordinateur (CAO), de Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) ou d'Ingénierie de Processus Assistée par Ordinateur (IPAO) (Millet 2008).
- Les « Product Life-cycle Management » (PLM) aussi appelés PDM II, sont des systèmes de gestion de données techniques étendu au cycle de vie des produits, de la conception à la maintenance sur site et à la relation client (Millet 2008).
- Les « Product Information Management » (PIM), les « Technical Data Management » (TDM) et les « Technical Information Management » (TIM) sont toutes des technologies proches des PDM permettant la gestion des données techniques liées à la conception de produit (Bacha 2002).

Parmi les briques applicatives relatives aux systèmes informatiques support à la production on peut citer :

- Les systèmes de « Gestion de la Production Assistée par Ordinateur » (GPAO), permettent l'informatisation globale de la gestion de la production. Ces systèmes ont pour vocation d'optimiser les ressources de l'entreprise (moyens financiers, matières, charges de travail) pour un volume de production donné. Ils prennent en compte la planification des ressources nécessaires au processus de production et le contrôle de l'exécution de celui-ci. Ses fonctions très vastes, vont de l'élaboration du programme de fabrication au suivi des opérations dans les ateliers, en couvrant l'ensemble des activités de coordination telles que la gestion des stocks, etc. (Ghédira 2006).
- Les systèmes de « Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur » (GMAO), il s'agit d'une classe de logiciels destinés, à l'origine, à assister les services de maintenance d'une entreprise. Une GMAO permet ainsi de décrire techniquement le parc des équipements, de gérer les interventions (curatives ou préventives), de gérer les stocks de pièces de rechange, les achats de pièces ou de services, de réaliser le planning de charge du personnel de maintenance, de gérer les contrats de sous-traitance, et de réaliser un tableau de bord financier et technique de l'activité de maintenance (Boussard 2005).
- Les progiciels de gestion intégrée ou « Enterprise Resource Planning » (ERP), il s'agit d'une offre logicielle regroupant des applications paramétrables, modulaires, intégrées et ouvertes, s'appuyant sur un référentiel unique de données, de procédures et de règles de gestion. Configuré et adapté au contexte d'une entreprise, il devient le support d'une stratégie d'intégration qui vise à fédérer et à optimiser les processus de gestion de l'entreprise et de relation avec ses partenaires (Millet 2008).
- Les systèmes d'exécution de la fabrication ou « Manufacturing Execution Systems » (MES) assurent l'intégration entre les ERP et les systèmes de production automatisés par

la mise en œuvre de fonctions de gestion de l'information technique et par un effort de standardisation de leurs services et systèmes d'informations respectifs. Les principales fonctions de ces systèmes sont l'acquisition et la collecte de données en temps réel, la surveillance de la production, la planification et le suivi de la production, l'analyse de performances (Gouyon 2004).

2.3.2 Les spécificités des SI Techniques

Les SI Techniques se distinguent des SI classiques, i.e. automatisant les fonctions de gestion, par leur rôle au sein de l'entreprise (Bartoli et Le Moigne 1996, Kalpic et Polajnar 1997). Les fonctions majeures des SI Techniques ont été discutées dans de nombreux ouvrages (Gouyon 2004, McIntosh 1995, Randoing 1995). Nous décrivons ci-après leurs principales fonctions :

- *Gestion de la structure et de la configuration de produit* : cette fonction permet de construire des structures de graphes composés de nœuds d'objets métiers (document, item, modèle). Ces objets possèdent des caractéristiques communes et sont reliés entre eux avec la relation de composition (part-whole, part of). Par exemple, les structures de graphe de type nomenclature, sont des compositions récursives d'objets pouvant décrire le produit à différents niveaux d'abstraction et selon différents points de vue. Ainsi, dans la nomenclature structurelle (de composants) les objets métiers sont des composants ou des « item », dans la nomenclature fonctionnelle ce sont des « fonctions » et dans la nomenclature documentaire des « documents ».
- *Sauvegarde et Gestion Documentaire* : celle-ci permet la consignation, le stockage et la sécurisation des données et des documents liés à la description, fabrication et livraison du produit (instructions de travail, recettes, plans, procédures standards, morceaux de programmes,...).
- *Capture et collecte de données* : il s'agit de l'obtention en temps réel et de l'historisation des données opérationnelles associées aux équipements et aux procédés de production ;
- *Gestion de la qualité* : elle comporte la mesure en temps réel sur la fabrication et les analyses correspondantes permettant d'assurer un contrôle correct de la qualité du produit, afin d'identifier les problèmes nécessitant une certaine attention.
- *Gestion du procédé* : il s'agit de la surveillance de la production, permettant soit de corriger automatiquement, soit de fournir une aide à la décision aux opérateurs pour corriger et améliorer les fonctions de production en cours d'utilisation.
- *Gestion de la maintenance* : elle assure la disponibilité des équipements et des outils pour la fabrication, la planification de la maintenance périodique et/ou préventive ainsi que la réponse aux problèmes immédiats. Elle conserve un historique des événements et problèmes passés afin d'aider aux problèmes de diagnostic.
- *Gestion de projet* : elle permet de planifier les tâches du projet avec des outils type WBS (Work Breakdown Structure), méthode PERT et diagrammes de Gantt.

- *Intégration des différents modèles liés à la conception et production du produit* : les vues particulières du produit ou des processus requises par la simulation, sont associées des modèles. La cohérence et l'intégration entre ces modèles est un des objectifs des SI Techniques.

Ainsi, les SI Techniques sont un support indispensable aux activités de conception et de production et ils sont caractérisés par :

- *Des domaines d'applications particuliers où les usagers ne sont pas experts en TI* : en effet, les activités de conception et de production impliquent des personnes variées du point de vue de leurs compétences et domaines d'expertise. Ces usagers ne sont pas forcément experts en TI. De plus, ils ont généralement des objectifs et des besoins différents.
- *La double dimension « intégrative » de ce type de SI* : l'ensemble des activités de conception et de production implique une double intégration pour ce type de systèmes :
 - Au sein de l'entreprise, l'intégration de différents métiers liés à la conception et à la production du produit. Il est indispensable ainsi d'intégrer les différents systèmes (conception, production, information) et de rendre transparente l'hétérogénéité des ressources et des applications constituant le SI Technique.
 - En externe, l'intégration des activités de l'entreprise avec celles de ses partenaires afin de faciliter la coopération et le partenariat. Il est indispensable ainsi que le SI Technique de l'entreprise puisse effectuer des transactions avec les plateformes technologiques des partenaires.
- *Une désynchronisation entre l'évolution des TI et celles des infrastructures techniques* : Les durées de vie des infrastructures de production et de conception (machines d'usinage, de prototypage, de contrôle qualité, etc.) sont différentes de celles des TI, qui sont généralement renouvelées plus souvent. Cette désynchronisation de cycle de vie peut entraîner des « décalages » rendant, par exemple, l'intégration des TI plus difficile. Ainsi, il est indispensable de répondre aux évolutions des TI et des technologies conformant les infrastructures techniques de conception et production.

Après avoir détaillé la notion de « SI Technique » et ses spécificités, nous allons décrire, dans le paragraphe suivant, les conséquences de ces spécificités sur l'alignement complet de ce type de SI.

2.3.3 Conséquences sur l'alignement « complet » des SI Techniques

Compte tenu des spécificités des SI Techniques décrites au paragraphe précédent, les trois points de vue d'alignement (avec la stratégie, avec l'environnement externe et avec les évolutions incertaines) prennent eux aussi une forme spécifique (cf. Figure 8) :

Alignement avec la stratégie : afin de supporter ce point de vue d'alignement, il s'agit :

- D'identifier les « ponts » d'intégration nécessaires entre différents métiers (achat, méthodes, recherche et développement, etc.) liés à la conception et à la production du produit.
- D'offrir un traitement efficient de l'information de manière à mettre à disposition des usagers du SI Technique, au moment opportun, une vision partagée des informations du domaine d'application nécessaires à la coopération entre eux. Or, ces usagers sont généralement nombreux et variés du point de vue de leurs compétences, de leurs domaines d'expertise et de leurs buts individuels. Cette multiplicité et diversité rendent la construction d'une vision partagée d'autant plus délicate. Cependant, celle-ci est nécessaire pour améliorer la coopération entre les usagers et, par conséquent, la réalisation des processus de conception et de production permettant d'atteindre les buts organisationnels.

Alignement avec l'environnement externe : afin de supporter ce point de vue d'alignement, il s'agit de :

- Faciliter la coopération et le partenariat, tant au niveau de la conception que de la production (achat de matières premières, fabrication de composants du produit, livraison), avec des entreprises partenaires directes (sous-traitants, prestataires, fournisseurs spécialisés, clients).
- Gérer et prendre en charge une grande multiplicité de profils afin de fournir des informations et des fonctions personnalisées aux usagers nombreux et variés du SI Technique.
- Prendre en compte les nouvelles technologies (du domaine d'application et de l'information) pouvant contribuer à rendre transparente l'hétérogénéité des ressources (TI, technologies de conception, infrastructure de production).

Alignement avec les évolutions incertaines : pour les SI Techniques, ce point de vue d'alignement implique de :

- Prendre en compte la désynchronisation entre l'évolution des TI et celles des infrastructures techniques (Mayer et Painter 1991) rendant l'accomplissement de ce point de vue d'alignement plus complexe.
- Répondre aux évolutions temporelles des différents métiers liés à la conception et à la production du produit. En effet, le fait que les usagers de ce type de SI soient divers rend difficile d'élucider une vision unifiée et pertinente de ces évolutions.

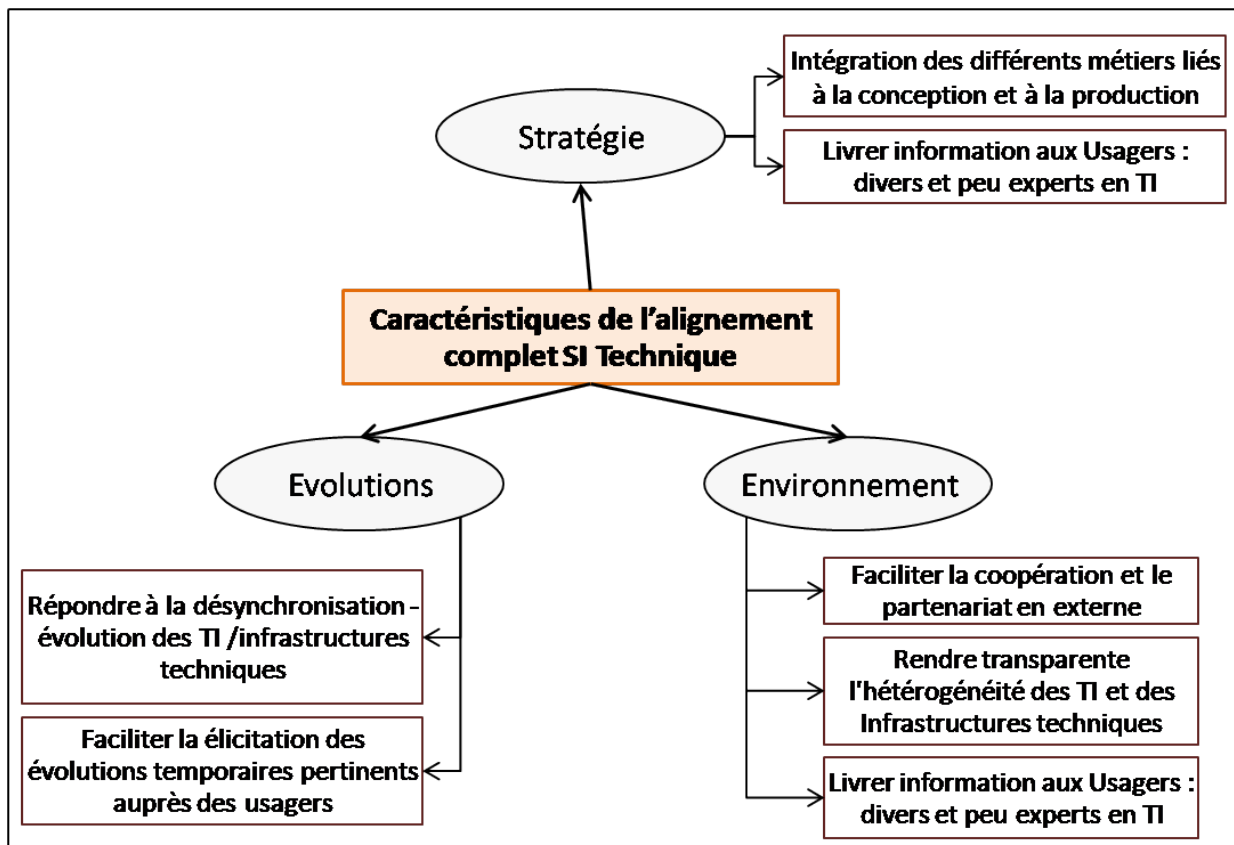


Figure 8. Alignement complet des SI Techniques

Afin de mettre en œuvre l'alignement complet des SI Techniques, qui constitue notre objectif principal, nous proposons dans le chapitre suivant d'évaluer les approches existantes d'alignement des SI. A travers cette analyse nous cherchons à identifier les contributions de ces approches aux trois points de vue d'alignement pour les SI Techniques. Pour y parvenir, nous procédons de la manière suivante :

- D'abord, un cadre d'analyse des approches d'alignement, construit à partir des principaux concepts théoriques sur l'alignement, est proposé.
- Ensuite, ce cadre d'analyse est utilisé pour passer en revue neuf approches supportant l'alignement des SI en général. Sur cette base, ces approches sont analysées en termes de contributions aux différents points de vue d'alignement.
- Enfin, nous mettons en perspective ces apports par rapport aux spécificités de l'alignement des SI Techniques afin de repérer les points de vue d'alignement qui exigent un travail de recherche complémentaire.

Chapitre 3 : Etat de l'art

Plusieurs approches ont été proposées pour faciliter et mettre en œuvre l'alignement des SI telles que (Bleistein et al. 2006, Papazoglou et Heuvel 2000, Scheer et Nüttgens 2000, Wegman 2002). Dans le cadre de ces travaux, il n'y a cependant pas de consensus, entre autres, sur le vocabulaire utilisé pour décrire les différents points de vue d'alignement. Les termes d'« alignement TI / Business » ou d'« alignement stratégique » sont couramment et indistinctement utilisés pour décrire soit simplement l'alignement « interne », soit l'ensemble des trois points de vue de l'alignement. Ceci complique la bonne compréhension des objectifs et des contributions des travaux dans ce domaine, et donc l'analyse de leur mode de fonctionnement.

De plus, il existe peu d'analyses de ces approches. Par exemple, (Gmati et Nurcan 2007) s'attachent à décrire les besoins en alignement Business/TI. (Etien 2006) propose un cadre de référence qui place sept approches d'alignement par rapport (1) à l'objet de l'alignement, c'est-à-dire, aux entités que l'on cherche à aligner et aux liens entre ces entités, (2) aux buts de l'approche, (3) à la méthode mise en œuvre pour atteindre ces buts et (4) aux outils utilisés. Ici, les approches sont classées en approches de construction de l'alignement, d'évaluation et de maintien de l'alignement. L'objectif ici est de donner une vision globale de l'alignement alors que nous nous intéressons plus particulièrement aux méthodes de construction d'alignement. Dans ce cadre, nous cherchons à analyser le mode de fonctionnement de ces approches et leurs contributions en termes de points de vue d'alignement ce qui n'est pas traité par ailleurs.

La variété des approches d'alignement conjugué au caractère flou de leurs objectifs empêche l'évaluation directe de celles-ci par l'analyse de leur description en langage naturelle. Un niveau d'abstraction plus élevé, permettant la formalisation de ces approches au niveau des concepts d'alignement, est nécessaire afin de vérifier les points de vue d'alignement traités (Avila et al. 2008a).

Dans le paragraphe 3.1 nous proposons un cadre d'analyse des approches d'alignement des SI en général. Ce dernier est construit à partir des principaux concepts théoriques d'alignement mis à jour dans la littérature. Ce cadre d'analyse est utilisé pour passer en revue neuf approches d'alignement (cf. paragraphe 3.2). Les résultats de l'application de la grille sont utilisés afin d'analyser les contributions de ces approches aux trois points de vue d'alignement (cf. paragraphe 3.3). Sur cette base, dans le paragraphe 3.4, une interprétation de ces contributions par rapport aux spécificités de l'alignement des SI Techniques est réalisée.

3.1 Cadre d'analyse pour analyser les approches d'alignement des SI

Malgré le manque de consensus sur la définition et l'utilisation du terme d'alignement des SI, celui-ci est vu dans la plupart de travaux comme la mise en cohérence du domaine des TI avec les différents domaines de l'organisation et de l'environnement. Ainsi, l'alignement traite bien de l'analyse de la correspondance entre ces domaines et de la manière dont ils doivent être alignés. Une première analyse des contributions existantes montrent qu'elles sont généralement composées : (1) d'un ensemble de « couches » représentant les domaines de l'organisation, (2) d'une séquence d'alignement permettant de lier et ajuster ces domaines entre eux dans un ordre donné.

En d'autres termes, l'alignement des SI s'attache aux deux questions suivantes :

- Quels domaines aligner par rapport au domaine du SI ?
- Quelle est la séquence d'alignement correspondante ?

De manière à analyser la capacité à traiter l'alignement complet des approches existantes, du point de vue des trois points de vue d'alignement proposés par (Camponovo et Pigneur 2004), nous ajoutons les deux questions suivantes :

- Existe-t-il des moyens pour scruter l'environnement ?
- La dimension temporelle est-elle intégrée ?

La première question est liée à l'alignement avec l'environnement. Pour aborder cet aspect deux activités principales sont nécessaires : (1) Scruter l'environnement, (2) Définir des stratégies support (Camponovo et Pigneur 2004, Scott-Morton 1991). Ainsi, la capacité des approches existantes à « scruter l'environnement » doit être prise en compte dans le cadre d'analyse proposé. De plus, une fois l'environnement scruté et les forces externes comprises les organisations peuvent développer des stratégies, au niveau concurrentiel (Business) et des TI (Technologies de l'Information). Celles-ci permettent de maintenir ou modifier leur position dans l'environnement externe (sur le marché, par exemple). En d'autres termes, cet aspect d'alignement nécessite d'intégrer de nouveaux domaines à ceux impliqués de manière « classique » dans l'alignement stratégique. En effet, l'alignement avec la stratégie est généralement réalisé en alignant la stratégie concurrentielle ("*Business Strategy*") avec les processus de l'entreprise, qui sont ensuite alignés avec le SI. Dans cette vision la stratégie des TI n'est pas prise en compte. Cependant, elle doit l'être car elle contribue à réaliser l'alignement avec l'environnement. Ainsi, nous proposons d'exploiter et compléter les concepts proposés dans le Modèle d'Alignement Stratégique (SAM en anglais) (Henderson et Venkatraman 1993). En effet ce modèle prend en compte la stratégie des TI comme un

domaine autonome nécessaire pour réaliser l’alignement des SI. Dans ce sens, il n’aborde pas seulement l’alignement avec la stratégie.

La seconde question est liée à l’alignement avec les évolutions, qui nécessite, au cours du temps, un alignement répété du SI. Pour traiter cet aspect d’alignement la dimension temporelle doit être intégrée.

3.1.1 Structure de la grille d’analyse

Pour analyser les quatre questions qui synthétisent la problématique de l’alignement complet des SI, nous proposons de structurer la grille d’analyse selon le triptyque (Elément, Attribut, Valeur) proposé dans (Rolland et al. 1998)(cf. Figure 9) :

- A chaque question correspond, dans la grille d’analyse, un élément d’analyse. Chaque élément constitue un aspect particulier de la problématique d’alignement complète des SI.
- A chaque élément correspond un ensemble d’attributs définissant les mécanismes d’alignement sous-jacents.
- A chaque attribut correspond un ensemble de valeurs permettant de caractériser les mécanismes d’alignement de manière à classer les différentes approches.

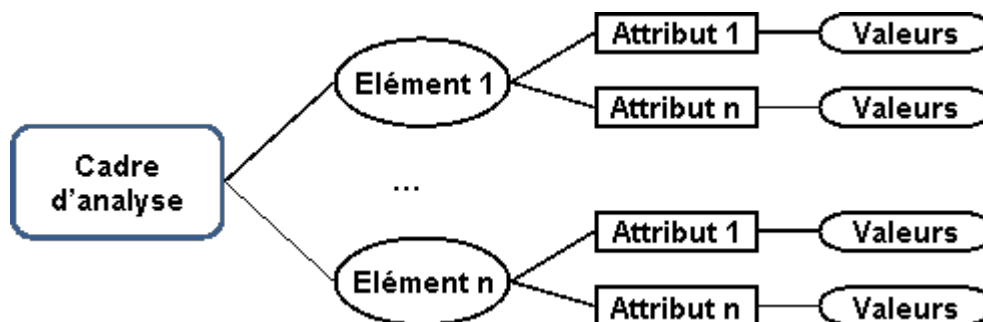


Figure 9. Structure du cadre d’analyse

La grille d’analyse comporte les éléments suivants :

- **Les domaines impliqués** correspondant à la question « Quels domaines aligner par rapport au domaine des SI ? »
- **La séquence d’alignement** correspondant à la question « Quelle est la séquence d’alignement correspondante ? »
- **La capacité à scruter l’environnement** correspondant à la question « Existe-t-il des moyens pour scruter l’environnement ? »
- **La dimension temporelle correspondant** à la question « La dimension temporelle est-elle intégrée ? »

3.1.2 Elément « domaines impliqués »

L'élément « domaines impliqués » a un attribut unique, dont le nom est identique à l'élément. Les valeurs correspondantes sont issues du SAM de Henderson et Venkatraman. Ce dernier fournit une description complète et structurée des domaines impliqués dans l'alignement.

Dans ce cadre, deux domaines principaux sont impliqués dans l'alignement : le domaine du Business et celui des TI. Ceux-ci sont subdivisés en deux par les perspectives internes et externes correspondant respectivement à la stratégie et à la structure de chaque domaine (voir paragraphe 2.1.3). Ainsi, les valeurs correspondantes sont (cf. Figure 10) :

- **Stratégie concurrentielle ou “Business Strategy”** au niveau externe du domaine du Business. Il comporte trois composants: périmètre du Business, compétences du Business et gouvernance du Business.
- **Structure organisationnelle et processus** qui forment le niveau interne du Business. Ce domaine est composé de la structure administrative, des processus organisationnels ou « Business processes » et des ressources humaines et compétences.
- **Stratégie des TI** au niveau externe du domaine des TI. Il se structure autour du périmètre technologique, des compétences des TI et de la gouvernance des TI.
- **Infrastructure technologique et processus du SI** formant le niveau interne des TI. De manière similaire aux autres domaines il comporte l'architecture technique du SI, ses ressources humaines et compétences ainsi que ses processus.

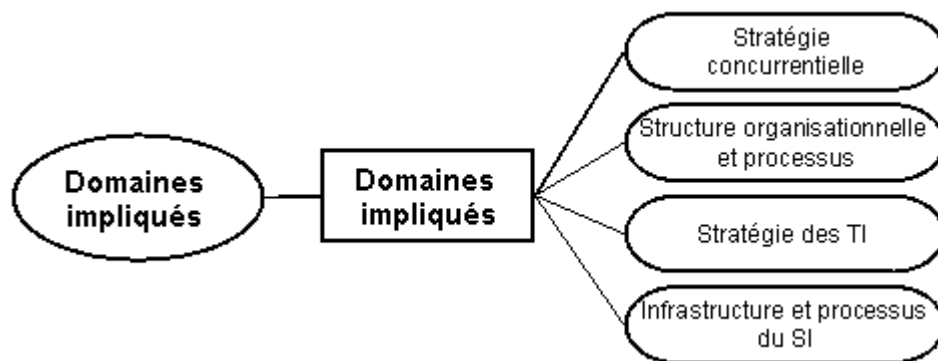


Figure 10. Elément d'analyse « domaines impliqués »

3.1.3 Elément « séquence d'alignement »

L'élément « séquence d'alignement » décrit et dessine la séquence ou chemin d'alignement entre les domaines impliqués. Trois attributs sont associés à cet élément : (1) la typologie des domaines décrivant la position d'un domaine dans la séquence, (2) le type de liaisons entre ces domaines et (3) la nature de la séquence d'alignement. La définition exacte de ces attributs est la suivante.

- Typologie des domaines :** (*valeurs: domaine d'ancrage, pivot et impacté*) : cet attribut permet d'identifier la position d'un domaine dans la séquence. Il s'attache à la direction du chemin d'alignement. (Luftman et al. 1993) proposent le framework d'alignement stratégique (*strategic alignment framework*) qui permet de choisir le domaine organisationnel conducteur de l'alignement ainsi que la séquence d'alignement, la plus appropriée, pour la transformation de l'entreprise. En effet, d'après (Luftman et al. 1993) les domaines impliqués dans une séquence d'alignement peuvent être classés en termes de domaine d'ancrage, pivot et impacté. La direction de la séquence d'alignement va ainsi du domaine d'ancrage au domaine impacté, en passant par le domaine pivot. Nous proposons le formalisme de la Figure 11 pour représenter les différents domaines. Ainsi, le domaine d'ancrage est représenté par un carré, le domaine pivot par un cercle et le domaine impacté par une flèche.
- Type de liaisons :** (*valeurs: ajustement stratégique / intégration fonctionnelle*) : cet attribut décrit le type de liaisons entre les domaines impliqués dans la séquence (cf. Figure 11). Dans le SAM (Henderson et Venkatraman 1993) deux types de liaisons sont proposés: (1) L'ajustement stratégique décrivant les interrelations entre les perspectives internes et externes d'un même domaine (Business ou TI) ; et (2) L'intégration fonctionnelle décrivant le lien entre les domaines Business et TI d'une même perspective.
- Nature de l'alignement :** (*valeurs: planifié / émergent*) : Cet attribut précise ce qui pilote une séquence d'alignement donnée. (Hsiao et Ormerod 1998) ont réalisé une étude dans plusieurs compagnies des secteurs de l'électronique, de l'informatique, des télécommunications, de l'automobile, afin d'identifier les chemins d'alignement, les plus utilisés dans ces organisations. A partir de l'examen de ces chemins d'alignement, quatre patrons récurrents de chemins d'alignement ont été trouvés. L'analyse de ces patrons a permis de repérer le rôle de la stratégie concurrentielle dans le processus d'alignement. Entre autres, Hsiao et Ormerod, ont montré que la stratégie concurrentielle est impliquée dans le processus d'alignement à travers deux modes d'évolution différents : planifié ou émergent. Pour le premier, la séquence d'alignement découle de la stratégie concurrentielle et est contrôlée par elle. Au contraire, pour le second, la stratégie concurrentielle se dessine peu à peu à partir du processus d'alignement réellement observé.

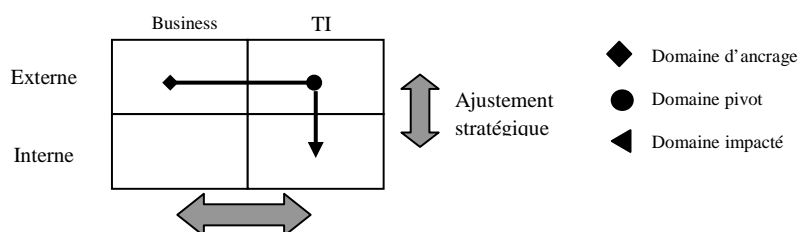


Figure 11. Représentation du cadre d'analyse

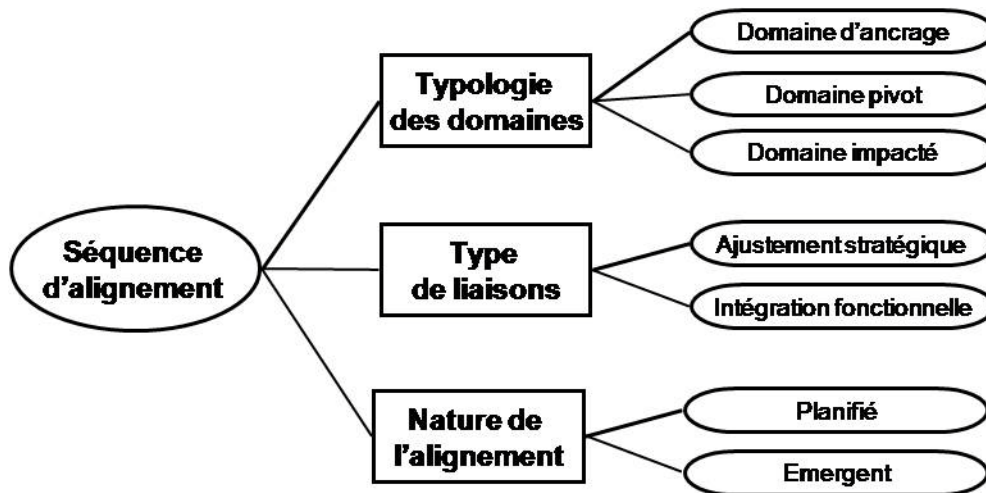


Figure 12. Élément d'analyse « séquence d'alignement »

3.1.4 Élément « scruter l'environnement »

L'« évaluation » ou « scrutation » de l'environnement d'une organisation est définie comme la recherche d'informations concernant les événements et relations au sein de l'environnement extérieur à l'organisation (Aguilar 1967). La connaissance de cet élément peut aider les cadres supérieurs à planifier l'avenir de l'organisation. Les organisations scrutent leur environnement afin de comprendre les forces de changement externes qui peuvent affecter leur future position. Elles peuvent ainsi développer des stratégies de réponse efficaces et efficientes.

L'élément « scruter l'environnement » est étroitement lié à la scrutation de l'environnement extérieur. Cet élément cherche à identifier les éléments pour scruter l'environnement proposés dans les approches d'alignement analysés. Selon Camponovo et Pigneur (2004), il existe trois perspectives principales pour scruter et évaluer l'environnement. Nous proposons d'utiliser ces perspectives en tant que valeurs de l'attribut « perspectives de scrutation » afin de définir complètement l'élément « scruter l'environnement » (cf. Figure 13). Les valeurs correspondantes sont :

- *Acteurs* : cette perspective traite de la complexité des réseaux d'acteurs présents dans l'environnement extérieur. Ceux-ci englobent un grand nombre d'organisations interdépendantes qui sont étroitement liées d'une manière complexe. Connaître les caractéristiques et les capacités de ces acteurs peut être crucial pour déterminer, par exemple, le type de gouvernance en vue d'un éventuel partenariat ou d'une alliance. En effet, l'étude empirique conduit dans (Ang 2007), concernant 485 alliances entre organisations de 6 pays d'Asie, montre comment ces caractéristiques influent sur le type d'alliance entre partenaires. Dans le domaine du Business, les acteurs correspondent à ceux présents dans le même segment du marché, tels que les concurrents, les fournisseurs, les acheteurs, etc. (Porter 1980). Dans le domaine des TI, les acteurs correspondent aux organisations spécialisées dans la fourniture de produits et de services

de TI, telles que les éditeurs de logiciels ou les sociétés de service en ingénierie informatique (SSII).

- *Usages* : dans la définition originelle de Camponovo et Pigneur, la perspective « usages » représente le côté « demande » du marché où l'entreprise concourt avec ses produits et services (environnement du Business). Elle est ainsi liée aux besoins de l'utilisateur final et à la façon dont ces besoins sont traduits en demandes de produits et de services de l'organisation. Cependant, aujourd'hui les entreprises adoptent de nouveaux modèles d'organisation, tels que l'entreprise étendue, afin de rentrer et concourir sur les marchés. Dans le cadre de l'entreprise étendue, par exemple, les TI sont primordiales car elles jouent un rôle intégrateur (applications et données) au sein de l'entreprise mais aussi au delà de celle-ci (le réseau des clients, fournisseurs, partenaires). Ainsi, nous proposons d'étendre cette perspective à l'environnement des TI. Dans le domaine des TI, cette perspective représente le côté « demande » du marché des TI. Elle correspond ainsi aux usages potentiels des produits et services fournis par les organisations spécialisées en TI afin de supporter les activités des acteurs en interne (employés) et en externe (réseaux de partenaires).
- *Enjeux* : cette perspective peut être définie comme les questions, événements ou développements futurs ouverts et sujets à discussion dont la réalisation peut influencer sensiblement les conditions de l'environnement et, par conséquent, la capacité de l'organisation à atteindre ses objectifs (Ansoff 1980). Dans le domaine du Business, la perspective « enjeux » concerne des sujets tels que l'arrivée de nouveaux concurrents sur le marché, la fusion ou l'acquisition d'organisations, les nouvelles lois et autres réglementations qui pourraient avoir un impact sur les conditions actuelles du marché. Dans le domaine des TI cette perspective est liée à l'émergence de nouvelles technologies, aux partenariats technologiques entre les organisations, aux nouvelles lois sur le plan technologique qui pourraient avoir un impact sur les conditions de l'environnement technologique actuel.

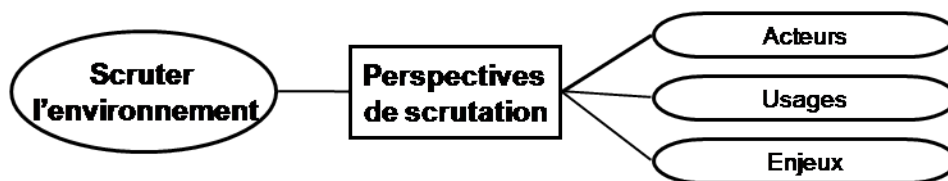


Figure 13. Élément d'analyse « scruter l'environnement »

3.1.5 Élément « dimension temporelle »

L'alignement avec les évolutions vise à assurer que le SI puisse évoluer conformément aux changements de l'organisation et de son environnement. En effet, ces évolutions exigent l'alignement continu du SI. Ce fait accentue la nécessité d'implémenter des SI évolutifs de

manière à faire face aux changements potentiels à travers le temps. Cela est particulièrement le cas des sociétés immergées dans des environnements incertains et en évolution rapide.

Une analyse préliminaire des approches d'alignement par rapport au support fourni à la dimension temporelle montre que :

1. des éléments pour analyser l'état actuel (As-Is) du SI sont proposés par toutes les approches existantes ;
2. des éléments pour faire face aux besoins émergents à implémenter dans le SI à court/moyen terme (Next Step) sont supportés par la plupart des approches existantes. Ces travaux visent à rendre le SI réactif (par exemple, par la conception d'un SI modulaire afin de répondre rapidement aux besoins émergents).

Cependant, la conception d'un SI réactif n'est pas suffisante pour répondre aux évolutions à long terme dans les environnements du Business et des TI. En effet, pour faire face à ces évolutions, il est nécessaire de mettre en place une planification plus détaillée des TI (Newkirk et Lederer 2007) mais aussi d'imaginer et d'élaborer des scénarios représentant les états possibles à long terme (To-Be) (Dyson 1990). Ces scénarios peuvent fournir des moyens pour concevoir des SI qui considèrent les évolutions potentielles du Business et des TI à l'avance et sont ainsi susceptibles de rester alignés plus longtemps.

En outre, l'état actuel (As-Is) est le résultat de l'évolution d'un état antérieur ou passé (Fimbel 2004). Ainsi, les scénarios précédents décrivant les états antérieurs doivent être également pris en considération car ils sont à l'origine de l'état actuel (As-Is) et de ses contraintes (projets de développement logiciel en exécution, architecture technique du SI trop rigide, processus organisationnels rigides et fortement couplés au SI existant, compétences des ressources humaines fortement liées du SI existant, etc.)

En conséquence, nous proposons, pour le dernier élément de la grille d'analyse « dimension temporelle », un seul attribut ayant le même nom que l'élément, avec les valeurs suivantes (cf. Figure 14) :

- *Passé* : modèles ou scénarios décrivant un état antérieur qui peut permettre de comprendre l'origine et la nature des contraintes de l'état actuel.
- *Actuel + changements émergents (As-Is + Next-Step)* : modèles ou scénarios décrivant, pour le premier, l'état actuel, et, pour le second, les besoins émergents immédiats. Ces changements immédiats (court/moyen terme) font référence, dans la plupart de cas, aux ajustements des fonctions ou des modules du SI liés aux changements au niveau interne (processus organisationnels, structure administrative).
- *Futur (To-Be)* : modèles ou scénarios décrivant les possibles états futurs.

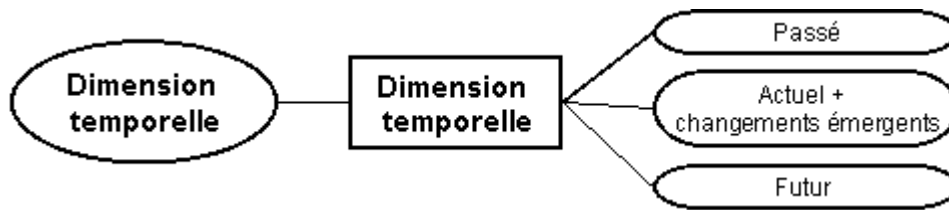


Figure 14. Élément d'analyse « scruter l'environnement »

<i>Elément</i>	<i>Attribut</i>	<i>Valeurs</i>
Domaines impliqués	Domaines impliqués	*Stratégie concurrentielle (Business strategy) *Infrastructure et processus organisationnels *Stratégie des TI *Infrastructure et processus des TI
Séquence d'alignement	Typologie des domaines	*Ancrage *Pivot *Impacté
	Type de liaisons	*Ajustement stratégique (Strategic fit) *Intégration fonctionnelle (Functional integration)
	Nature de l'alignement	*Planifié *Emergent
Scruter l'environnement	Perspectives de scrutation	*Acteurs *Usages *Enjeux
Dimension Temporelle	Dimension Temporelle	*Passé *Actuel + changements émergents * Futur

Tableau 1. Synthèse des éléments de la grille d'analyse (Avila et al. 2009).

3.2 Démarche de revue des approches d'alignement des SI

Les trois paragraphes suivants s'attachent à passer en revue neuf approches d'alignement de SI en les décrivant brièvement puis en leur appliquant la grille d'analyse. Pour chaque approche étudiée, l'analyse se base sur un « mapping » entre les concepts proposés dans la grille d'analyse (éléments, attributs et valeurs de ces attributs) et les concepts proposés dans chaque approche. Ainsi, la description et revue de chaque approche suit la structure suivante :

- *Identification des domaines impliqués* : cette tâche consiste à faire un « mapping » entre les domaines de la grille et ceux proposés par chaque approche. Cela est délicat car les domaines proposés par les approches sont souvent définis de manière floue. Ainsi, il est parfois difficile de faire correspondre parfaitement ces domaines à un et un seul domaine défini dans le cadre d'analyse. Dans ce cas, nous avons choisi de faire correspondre le domaine étudié à l'ensemble des domaines impliqués.
- *Identification des séquences d'alignement* : cette tâche consiste à décrire la séquence ou chemin d'alignement entre les domaines impliqués à l'aide de trois attributs : (1) *la*

typologie des domaines décrivant la position d'un domaine dans la séquence, (2) *le type de liaisons* entre ces domaines et (3) *la nature de la séquence* d'alignement précisant ce qui pilote la séquence d'alignement.

- *Identification des perspectives pour scruter l'environnement* : cette tâche consiste à identifier la correspondance entre les outils proposés par les approches analysés et les perspectives pour scruter l'environnement, (*Acteurs, Usages et Enjeux*), proposées en tant que valeurs de l'attribut « perspectives de scrutation » de la grille d'analyse;
- *Identification de la dimension temporelle* : cet élément d'analyse n'est pas détaillé dans la description de chaque approche. En effet, toutes les approches traitent l'état actuel (As-Is) ainsi que les changements émergents (Next Step) à mettre en œuvre dans le SI (valeur « actuel + changements émergents » de la grille). Le SEAM permet, de plus, de décrire les états futurs (To-Be) (valeur « futur » de la grille) pour chaque niveau organisationnel. SEAM permet de réduire le gap entre l'existant (As-Is) et ces états futurs (To-Be) par le développement et le déploiement de nouvelles ressources de manière à maintenir l'alignement entre les niveaux de l'organisation. Aucune approche ne supporte les états précédents ou passés (valeur « passé » de la grille).

Dans les paragraphes suivants, nous passons en revue les neuf approches suivantes :

- BITAM (Business IT Alignment Method) (Chen et al. 2005)
- MIT90s Model (Scott-Morton 1991)
- Fujitsu (Australia) Framework (Yetton et al. 1994)
- Urbanisme des SI : Approche de Longépé (Longépé 2004)
- B-SCP (Bleistein et al. 2006)
- BALES (Papazoglou et Heuvel 2000)
- ARIS (Scheer et Nüttgens 2000)
- Approche de Wieringa (Wieringa et al. 2003)
- SEAM (Wegman 2002)

De manière à gagner en clarté, ces neuf approches d'alignement ont été regroupées en trois paragraphes en considérant leurs similarités dans la manière de traiter l'alignement stratégique.

Ainsi, le paragraphe 3.3 détaille les approches traitant de l'exécution d'une stratégie concurrentielle donnée, à savoir : MIT90s, Urbanisme des SI, B-SCP et BALES.

Le paragraphe 3.4 présente les approches qui traitent l'intégration fonctionnelle entre le domaine « structure organisationnelle et processus » et celui de « l'infrastructure technologique et processus du SI », à savoir : ARIS et Wieringa.

Le paragraphe 3.5 présente les approches qui préconisent des chemins d'alignement alternatifs, à savoir : BITAM, Fujitsu (Australia) Framework et SEAM.

Les résultats du premier élément d'analyse sont synthétisés dans le Tableau 2. Le tableau 3 présente les résultats du deuxième élément d'analyse « séquences d'alignement ». Le tableau 4 résume les résultats du troisième élément d'analyse « scruter l'environnement » et, enfin, le tableau 5 montre les résultats du quatrième élément d'analyse « dimension temporelle ».

3.3 « Exécution de la stratégie concurrentielle »

Les approches décrites dans ce paragraphe suggèrent de traiter l'alignement par l'intermédiaire du chemin « classique » d'alignement dans lequel la stratégie concurrentielle est le domaine d'ancrage et initie à la fois la conception de l'infrastructure organisationnelle et celle des TI et de leurs processus. Pour les approches de ce paragraphe, la valeur de l'attribut « nature de l'alignement » est planifié car les séquences d'alignement sont guidées par la stratégie concurrentielle.

3.3.1 MIT90s Model

3.3.1.1 Présentation

Le programme MIT90s a été un important effort de recherche dont l'objectif était l'intégration conceptuelle entre les différents facteurs de changement de l'organisation. De cette recherche, Scott-Morton dans (Scott-Morton 1991) a proposé le modèle MIT90'S, un framework pour la gestion du changement dans les organisations. Ce framework est basé sur le principe selon lequel le succès de l'alignement Business/TI est lié au contrôle de l'équilibre entre six facteurs en corrélation, à savoir :

- Environnement externe,
- Stratégie de l'organisation,
- Structure de l'organisation,
- Gestion de processus,
- Technologie employée,
- Compétences et rôles des individus.

3.3.1.2 Démarche d'alignement du MIT90s

Le MIT90S identifie l'intégration conceptuelle entre les différents facteurs de changement par la proposition d'un chemin d'alignement « classique » dans lequel la stratégie est le conducteur du changement (cf. Figure 15). Ainsi, la stratégie change la structure de l'organisation qui initie à son tour le changement dans les processus, la technologie employée et, enfin, les compétences et les rôles des individus (cf. Figure 15). Une démarche d'alignement spécifique ou des moyens opérationnels concrets pour réaliser ce chemin d'alignement ne sont pas proposés par cette approche.

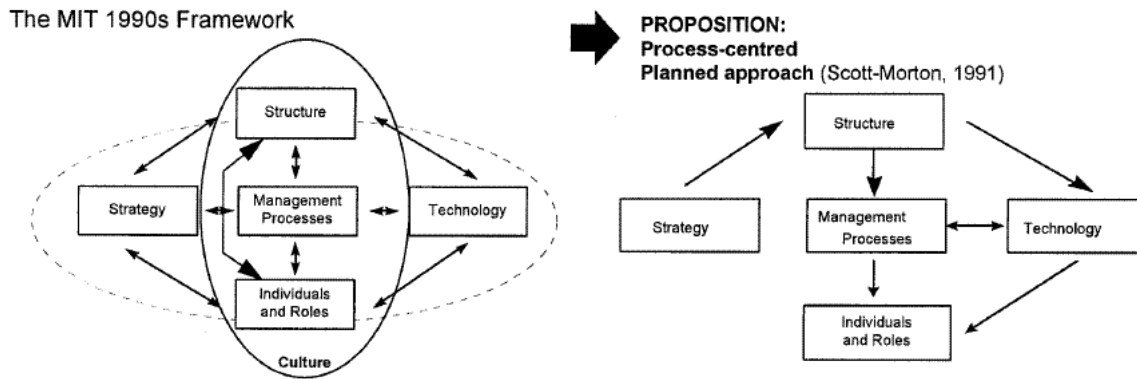


Figure 15. Framework de MIT90s et chemin d'alignement stratégique proposé par Scott-Morton (1991) (adaptée de Scott-Morton (1991))

3.3.1.3 Application du cadre d'analyse à l'approche MIT90s

Identification des domaines impliqués :

- L'élément « environnement externe » rend les entités de l'environnement externe et leurs relations visibles. Cet élément est nécessaire pour scruter l'environnement ; c'est pourquoi il n'est pas placé sur les composants du SAM.
- Dans l'élément « stratégie de l'organisation » l'accent est mis sur la définition du périmètre et des compétences du Business aussi bien que sur les décisions concernant le niveau de partenariat ou de recours à des prestataires externes. Ces éléments correspondent aux composants : « périmètre », « compétences » et « gouvernance » du domaine du Business du SAM.
- L'élément « structure de l'organisation » aborde des questions relatives à l'architecture organisationnelle et à la gestion de la coordination entre les départements. Cet élément peut être classé au niveau du composant « structure administrative » du SAM.
- L'élément « gestion de processus » s'attache à étudier les processus de la chaîne de valeur que les sociétés veulent améliorer ou dans lesquels ils cherchent à innover. Cet élément peut être attribué au composant « processus organisationnels » du SAM.
- L'élément « technologie employée » est centré sur l'architecture technique du SI (matériel technique, logiciels, communications). Cet élément correspond au composant « architecture technologique du SI » du SAM.
- Enfin, pour l'élément « compétences et rôles des individus » l'accent est mis sur la coordination des sujets telle que le changement culturel, l'apprentissage organisationnel, et la redéfinition de postes de travail et des responsabilités. Cet élément comporte ainsi des aspects qui correspondent au composant « compétences et connaissances des TI » du SAM (cf. Figure 16).

Identification des séquences d'alignement : le chemin d'alignement « classique » du MIT90s peut être analysé comme suit:

- *Typologie des domaines :* le changement démarre toujours au niveau de l'élément « stratégie de l'organisation » (domaine d'ancrage) qui conduit le changement aux éléments « structure de l'organisation » et « gestion de processus » (domaine pivot). Ces deux éléments à leur tour conduisent le changement à l'élément « technologie employée » (domaine pivot/impacté) et, enfin, à l'élément « compétences et rôles des individus » (domaine impacté) (cf. Figure 16).
- *Type de liaisons :* cette approche traite l'ajustement stratégique des domaines du Business par l'implémentation de la « stratégie de l'organisation » en « structure de l'organisation » et « gestion de processus ». L'intégration fonctionnelle entre les domaines du Business et des TI est assurée par l'alignement de la « structure de l'organisation » et la « gestion de processus » avec la « technologie employée » qui à son tour est alignée avec les « compétences et rôles des individus » (cf. Figure 16).
- *Nature de l'alignement :* planifié. En effet, les séquences d'alignement identifiées sont guidées par la « stratégie de l'organisation » (cf. Figure 16).

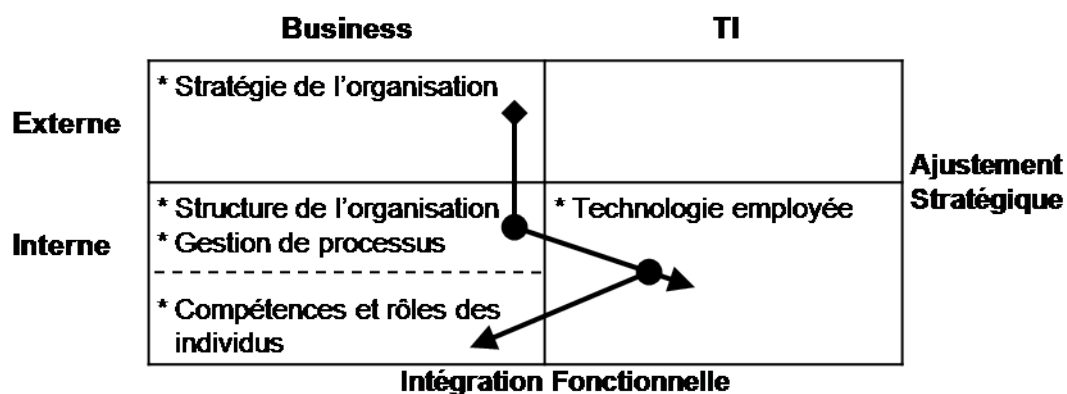


Figure 16. Mapping des éléments et de la séquence d'alignement du MIT90s sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement :* acteurs, usages et enjeux. Scott-Morton propose l'élément « environnement externe » englobant les 5 autres éléments de son framework. Dans cet élément les entités externes (telles que les fournisseurs, les clients, etc), les facteurs de l'environnement et leurs relations sont décrits. Cependant aucun moyen concret pour les décrire ou de les modéliser n'est proposé.

3.3.2 Urbanisme des systèmes d'information

3.3.2.1 Présentation de l'approche de Longépé

(Longépé 2004) définit l'urbanisme des SI comme « un moyen pour sauvegarder la cohérence et améliorer l'efficacité du système d'information c'est-à-dire la qualité de sa contribution à l'atteinte des objectifs de l'entreprise ». Dans son travail, Longépé propose quatre niveaux qui structurent le système d'entreprise (cf. Figure 17).

- *Le niveau métier* : décrit les processus métier et leurs relations. Ainsi, cette perspective rend visible la cartographie métier décrivant l'ensemble des activités que le SI doit supporter.
- *Le niveau fonctionnel* : décrit les fonctions du SI pour supporter les processus métier.
- *Le niveau applicatif* : décrit l'ensemble des éléments logiciels du système informatique automatisant le SI.
- *Le niveau technique* : décrit l'architecture technique globale (l'ensemble de matériels, logiciels de base et technologies utilisées)

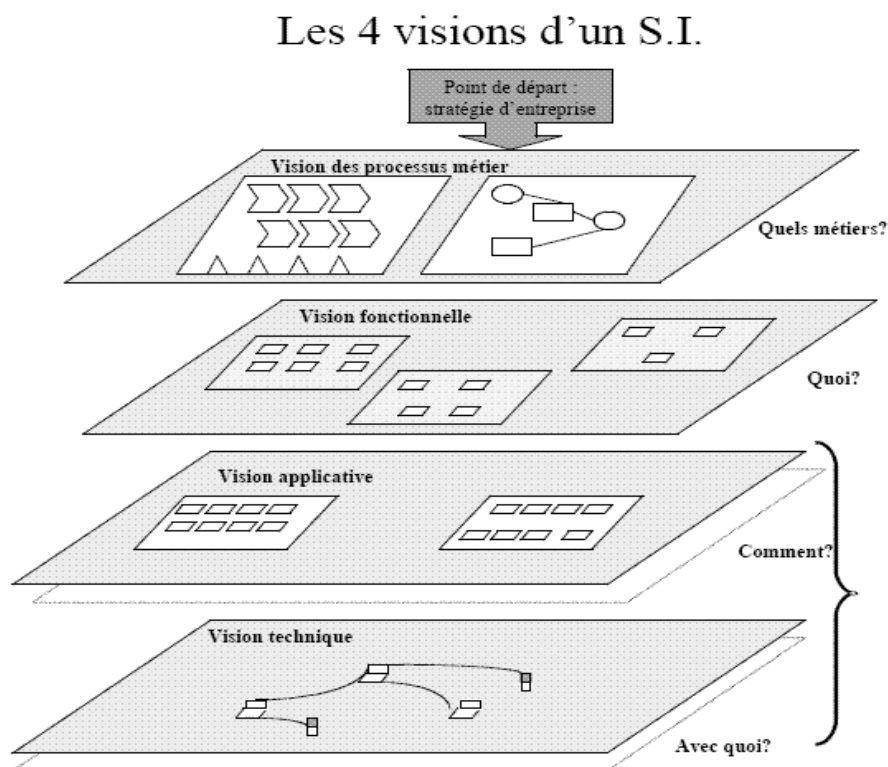


Figure 17. Les 4 visions du SI dans l'approche de l'urbanisme des SI (adaptée de (Longépé 2004))

D'après Longépé, les principales causes du manque de cohérence au sein du patrimoine informatique déjà existant dans l'entreprise sont : (i) la stratification des logiciels ; (ii) la

superposition de couches technologiques hétérogènes ; (iii) l'utilisation de langages et d'outils de développement multiples.

Son approche vise à rendre le SI le plus réactif possible (c'est-à-dire capable d'évoluer rapidement pour répondre aux nouvelles demandes) en essayant de préserver le patrimoine informationnel déjà existant dans l'entreprise.

3.3.2.2 Démarche d'alignement de Longépé

Ce travail propose une approche "top-down" pour définir le chemin d'alignement entre les quatre niveaux. Pour ce faire, Longépé propose une démarche méthodologique composée de 7 phases (cf. Figure 18) qui repose sur les quatre niveaux du système d'entreprise.

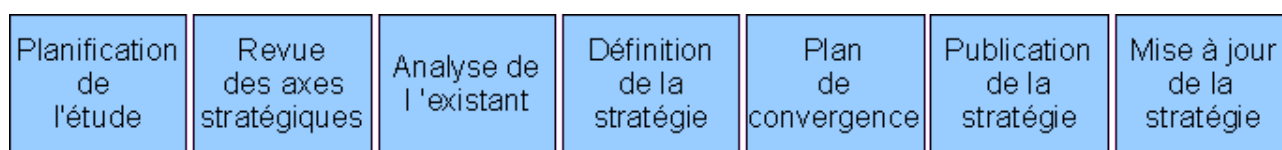


Figure 18. La démarche méthodologique de l'approche d'urbanisation des SI

1. *Planification de l'étude* : cette étape cherche à réunir les conditions de succès de l'étude : définir le cycle de l'étude, les règles et les procédures, gérer les ressources, planifier et répartir le travail, ainsi que formaliser le plan d'assurance qualité de l'étude.
2. *Revue des axes stratégiques* : cette étape permet de :
 - recueillir les éléments nécessaires à la compréhension de la stratégie d'entreprise,
 - évaluer leurs conséquences à court, moyen et long terme au niveau de son SI,
 - vérifier ou réaliser l'alignement des objectifs d'évolution du SI sur les objectifs stratégiques métiers et s'informer sur les dysfonctionnements majeurs de la situation actuelle.
3. *Analyse de l'existant* : les phases d'analyse de l'existant et de définition de la stratégie sont parcourues pour chacun des quatre niveaux du système d'entreprise. La phase d'analyse de l'existant cherche à :
 - Prendre connaissance des architectures actuelles dans leurs aspects technique, applicatif et métier.
 - Evaluer les performances du système d'information et faire des propositions d'axes d'amélioration.
 - Définir les grandes lignes de la stratégie d'évolution du SI sur les plans métier, fonctionnel, applicatif et technique mais aussi du savoir-faire et des compétences.
4. *Définition de la stratégie* : les objectifs de cette phase sont de :
 - Choisir un scénario d'urbanisation,
 - Concevoir la cartographie du niveau métier cible,
 - Concevoir la cartographie du niveau fonctionnel cible,

- Concevoir la cartographie du niveau applicatif cible.
5. *La phase « plan de convergence »* : permet d'affiner le scénario de convergence vers la cible déjà esquissée dans la définition de la stratégie. L'idée est de définir l'ordonnement et les délais de la convergence vers la cible et de mettre en place la structure de suivi du plan.
 6. *Publication de la stratégie* : cherche à obtenir l'adhésion des cadres directifs sur la cible et sur le plan de convergence et à obtenir la validation du dossier de synthèse de la stratégie SI.
 7. *Mise à jour de la stratégie* : cherche à maintenir régulièrement la cible et le plan de convergence alignés sur les objectifs stratégiques.

3.3.2.3 Application du cadre d'analyse à l'approche de Longépé

Identification des domaines impliqués :

- Le « niveau métier » rend visible la cartographie métier décrivant l'ensemble des activités que le SI doit supporter. Il décrit les processus métier et leurs relations ainsi que les niveaux de compétences pour les exécuter. Ce niveau est en cohérence avec les composants « compétences et connaissances » et « processus organisationnels » du domaine structure organisationnelle et processus du SAM.
- Le « niveau fonctionnel » décrit les fonctions du SI supportant les processus métier. Il peut aussi être attribué au composant « processus organisationnels » du SAM.
- Le « niveau applicatif » décrit l'ensemble des éléments logiciels du système informatique automatisant le SI. Le « niveau technique » définit l'architecture technique globale (l'ensemble de matériels, logiciels et technologies utilisées). Ces deux niveaux peuvent donc être assignés au composant « architecture technologique du SI » du SAM (cf. Figure 19).

Identification des séquences d'alignement : l'approche “top-down” d'alignement proposée par Longépé, peut être analysée comme suit :

- *Typologie des domaines :* cette approche correspond à la vision classique d'alignement des systèmes d'information où la stratégie concurrentielle est le domaine d'ancrage et conduit le changement au long des autres domaines. Ainsi, la stratégie concurrentielle donne le fil conducteur et initie d'abord le changement au « niveau métier » et au « niveau fonctionnel » (domaine pivot). Enfin, le « niveau applicatif » et le « niveau technique » sont affectés (domaine impacté) (cf. Figure 19).
- *Type de liaisons :* cette approche traite, d'une part, l'ajustement stratégique dans le domaine du Business en dérivant les objectifs stratégiques par la définition du « niveau métier » et du « niveau fonctionnel ». D'autre part, l'intégration fonctionnelle entre le domaine interne du Business et le domaine interne des TI est assurée par l'alignement du

« niveau métier » et du « niveau fonctionnel » avec le « niveau applicatif » et le « niveau technique » (cf. Figure 19).

- *Nature de l'alignement*: planifié. En effet, les séquences d'alignement identifiées sont guidées par les objectifs stratégiques (cf. Figure 19).

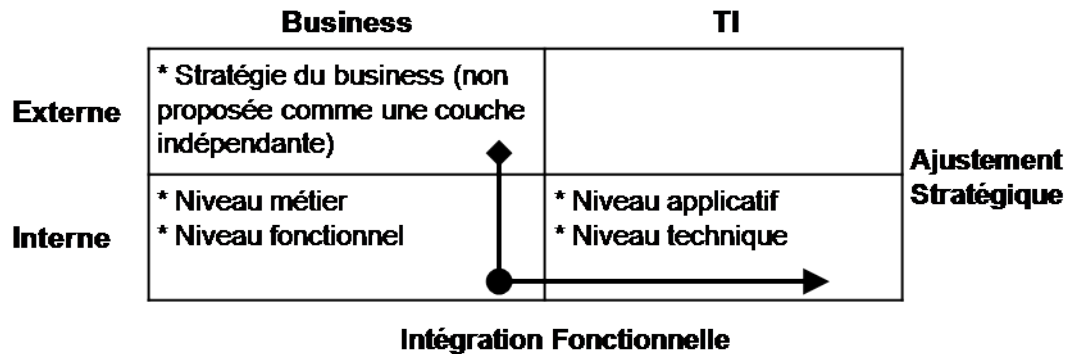


Figure 19. Mapping des niveaux et de la séquence d'alignement de l'Urbanisme des SI sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement*: usages. Cette approche propose un ensemble d'étapes afin de mener à bien le processus de description des principales caractéristiques et fonctions des parties prenantes ou « stakeholders » du processus d'alignement, ainsi que pour la gestion de leurs principaux enjeux. Le rôle des différentes parties prenantes à travers ce processus est décrit et synthétisé. Cette description montre également les besoins des parties prenantes associées à l'usage du SI. Par exemple, dans une organisation, la définition du rôle « comptable », par la description de ses principales fonctions, peut donner les bases pour construire le diagramme UML de *cas d'utilisation* de ce type d'utilisateur. Ainsi, cette approche donne des éléments pour « scruter l'environnement » par la description des « usages » du SI.

3.3.3 B-SCP

3.3.3.1 Présentation

Bleistein et al. (2006) proposent B-SCP (*Business Strategy, Context, and Process*), une approche d'ingénierie des besoins dont le but est de permettre la validation des besoins ou pré-requis de conception du SI en termes d'alignement avec le contexte, la stratégie concurrentielle, et les processus de l'organisation. Pour ce faire, ils proposent un cadre d'alignement basé sur les frameworks d'alignement stratégique de (Haglund et Cheong 2001) et de (Walsham 1993). Ainsi, le cadre d'alignement du B-SCP est composé des éléments suivants (cf. Figure 20) :

- Contexte du Business,
- Stratégie concurrentielle,

- Processus organisationnels,
- Description du SI (regroupant le contexte du SI, les buts et fonctions du SI et les processus du SI).

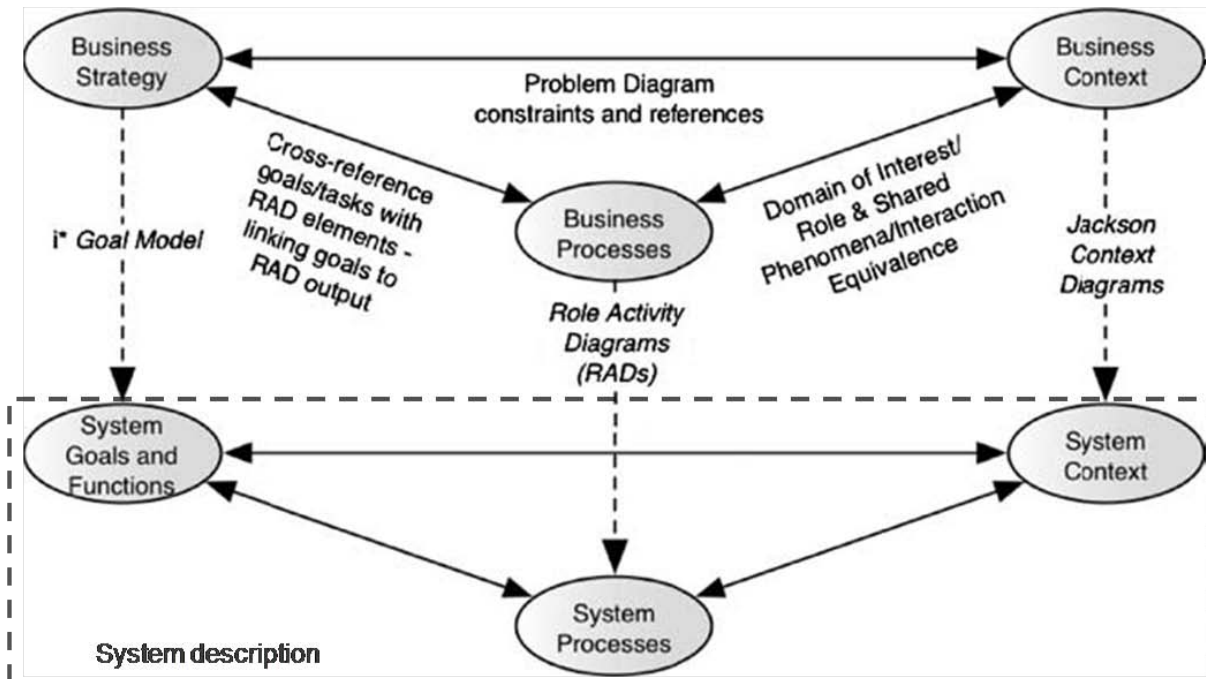


Figure 20. Le cadre d'alignement du B-SCP. Adapté de (Bleistein et al. 2006).

De manière à rendre opérationnel ce cadre, chaque élément du cadre est complété par une technique spécifique d'analyse :

- Les diagrammes de contexte de Jackson (Jackson 2001) pour le contexte du Business,
- La technique d'analyse organisationnelle VMOST (Sondhi 1999) et le modèle de motivation BRG-Model (Kolber 2000) pour la stratégie concurrentielle et
- Les diagrammes RADs (Ould 1995) pour les processus organisationnels.

Ces trois techniques sont également utilisées pour traiter, respectivement, les trois éléments (contexte, buts et fonctions, et processus) qui composent l'élément « description du SI ».

La technique d'analyse organisationnelle VMOST (Sondhi 1999) est utilisée pour analyser et décomposer la stratégie concurrentielle en termes de composants tels que vision, mission, objectifs, stratégies et tactiques. Le modèle de motivation BRG-Model (Kolber 2000), proposé par le *Business Rules Group*, est utilisé pour spécifier la stratégie concurrentielle en termes de « moyens » et de « finalités ». Les moyens sont des processus, des tâches et des activités. Les différents types de moyens incluent la mission, la stratégie, et la tactique de l'organisation. Les finalités sont des états vers lesquels les moyens doivent être dirigés. Ceux-ci incluent la vision, les buts, et les objectifs (cf. Figure 21).



Figure 21. BRG-Model (Bleistein et al. 2006).

B-SCP propose de coupler le BRG-Model à la notation de modélisation de buts i^* (Yu 1993) afin d'unifier la modélisation de la stratégie concurrentielle avec la modélisation des besoins ou pré-requis du système (cf. Figure 22).

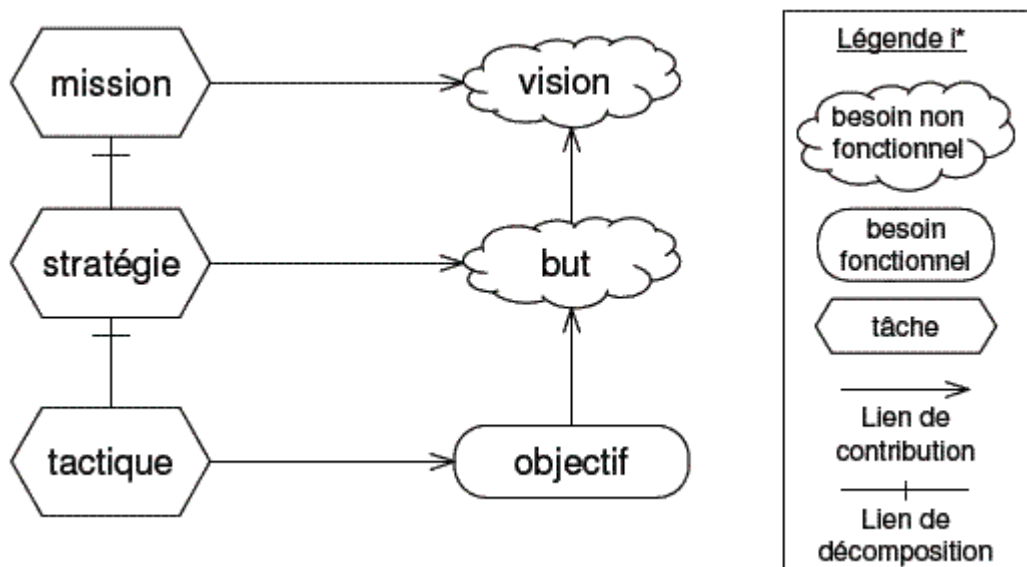


Figure 22. BRG-Model opérationnalisé avec i^*

Afin de modéliser le contexte entourant les besoins et spécifications du système, Bleistein et al. proposent de compléter la notation i^* par les diagrammes de contexte de Jackson (partie des diagrammes de problèmes de Jackson) (Jackson 2001). Les diagrammes de contexte contiennent des entités du monde réel appelés « *domaines d'intérêt* » (*domains of interest*). Les phénomènes comportementaux observables qui se produisent entre les domaines d'intérêt sont appelés « *phénomènes partagés* ». Les phénomènes partagés par deux ou plusieurs domaines d'intérêt sont indiqués par une interface qui les relie. Les diagrammes de contexte contiennent toujours un domaine d'intérêt spécial : la machine. Il s'agit généralement d'un

ordinateur ou d'un système. Pour modéliser le contexte entourant la stratégie concurrentielle, B-SCP utilise le cadre de modélisation d'entreprise de *Weill et Vitale* (Weill et Vitale 2001). L'approche de Weill et Vitale structure la modélisation des « domaines d'intérêt » (fournisseurs, alliés, clients et tous les participants du modèle de Business), et des « phénomènes partagés » (relations entre les « domaines d'intérêt » telles que circulation de l'information, vente et échanges commerciaux). B-SCP utilise les diagrammes RAD (*Role-Activity diagram*) (Ould 1995) pour décrire les processus de l'organisation. Ces diagrammes permettent d'impliquer les rôles, qui exécutent ces processus, ainsi que leurs interactions. Les rôles peuvent être remplis par des humains aussi bien que par des systèmes logiciels.

3.3.3.2 Démarche d'alignement

Afin de raffiner les besoins de haut niveau (stratégique) vers un bas niveau technique (près de la machine), B-SCP propose le concept de *progression des problèmes*. La Figure 23 illustre une progression des diagrammes de problèmes. Les ovals de besoins RA, RB, RC, RD, et RM, contenant des modèles de buts avec la notation i^* , sont liés aux diagrammes de contexte du domaine DA, DB, DC, DD et M, respectivement. Le diagramme DA représente le contexte du Business et de la stratégie concurrentielle au niveau du modèle d'entreprise de *Weill et Vitale*. Le diagramme RA, qui représente les besoins de la stratégie concurrentielle sous forme de modèle de buts, est associé au modèle d'entreprise DA. L'analyse du diagramme de contexte DA permet de décomposer le contexte du domaine dans un diagramme de contexte, plus raffiné, DB. Ainsi, par une analyse des diagrammes DA et RA, il est possible de trouver un diagramme de besoins RB faisant référence à DB tout en satisfaisant le RA. Ainsi, la décomposition du contexte du domaine, l'analyse, la projection et le raffinement des problèmes permettent d'aboutir à un diagramme de besoins RM ayant trait à la machine et constituant les spécifications du système. La progression de problèmes assure ainsi l'alignement entre les objectifs stratégiques de haut niveau et les besoins auxquels répondent le SI. Les diagrammes de contexte de Jackson sont intégrés aux RADs par équivalence de concepts. D'une part, les « rôles » de RADs sont directement « mappés » aux « domaines d'intérêt » des diagrammes de contexte. D'autre part, les « phénomènes partagés » de RADs sont attribués aux « interactions » des diagrammes de concepts.

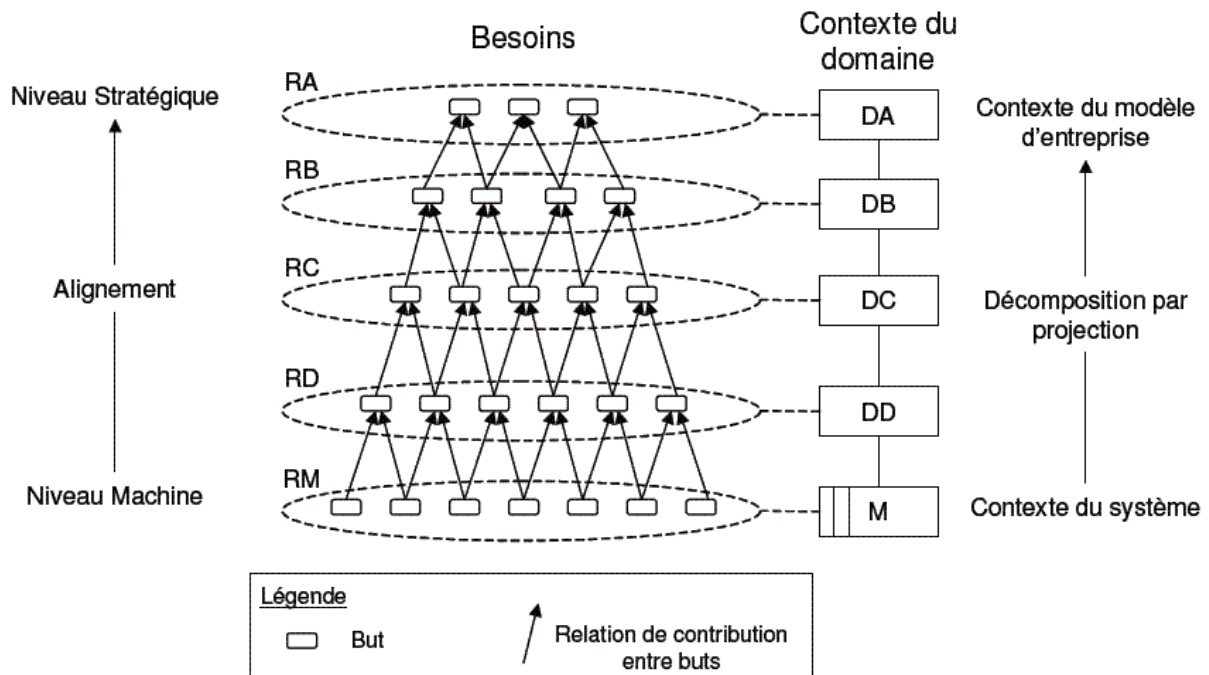


Figure 23. Intégration du modèle intentionnel et des diagrammes de contexte

3.3.3.3 Application du cadre d'analyse à l'approche B-SCP

Identification des domaines impliqués :

- Dans B-SCP, l'élément « contexte » utilise des entités du monde réel appelées « domaines d'intérêt » (*domains of interest*) pour décrire l'environnement dans lequel l'organisation opère. Cet élément est nécessaire pour analyser l'environnement et définir ainsi la stratégie concurrentielle. Il comporte donc des aspects qui peuvent être placés au niveau stratégique, plus spécifiquement aux niveaux des trois composants (« périmètre », « compétences » et « gouvernance ») qui structurent le domaine stratégie concurrentielle du SAM.
- Par analogie de concepts, l'élément « stratégie concurrentielle » du B-SCP peut aussi être assigné aux composants « périmètre », « compétences » et « gouvernance » qui structurent le domaine stratégie concurrentielle du SAM.
- L'élément « processus organisationnels » décrit les rôles et les interactions pour accomplir les buts stratégiques. Dans ce sens, nous proposons de mettre en correspondance cet élément avec les composants « processus organisationnels » et « compétences et connaissances » du domaine du Business du SAM.
- L'élément « description du SI » est lié au contexte du SI, aux buts et fonctions du SI et aux processus supportés par le SI. La définition de ces sous-éléments peut être décrite au niveau de la spécification de l'architecture technique du SI. Ainsi, ces sous-éléments peuvent être placés au niveau du composant « architecture technologique du SI » du SAM (cf. Figure 24).

Identification des séquences d'alignement : l'approche "top-down" d'alignement proposée par Bleistein et al., peut être analysée comme suit :

- *Typologie des domaines :* cette approche correspond à la vision classique ("top-down") d'alignement des SI où la stratégie concurrentielle est le domaine d'ancrage et conduit l'alignement au long des autres domaines. Ainsi la « stratégie concurrentielle » conduit le changement au niveau des « Processus organisationnels » (domaine pivot) qui à son tour affecte la « description du SI » (domaine impacté) (cf. Figure 24).
- *Type de liaisons :* cette approche traite l'ajustement stratégique dans le domaine du Business en déclinant la « stratégie concurrentielle » via les « processus organisationnels » appropriés (cf. Figure 24). D'autre part, l'intégration fonctionnelle entre le domaine interne du Business et le domaine interne des TI est assurée en ajustant la « description du SI » aux « processus organisationnels » (cf. Figure 24).
- *Nature de l'alignement :* planifié. En effet, la séquence d'alignement identifiée est guidée par l'élément « stratégie concurrentielle » (cf. Figure 24).

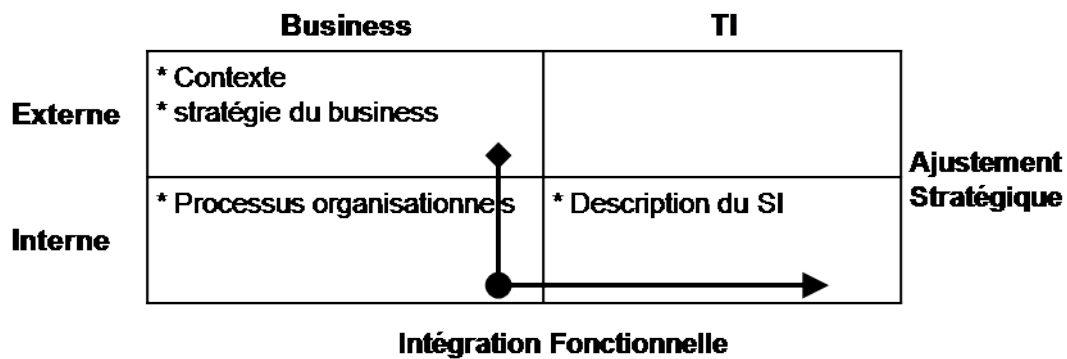


Figure 24. Mapping des éléments et de la séquence d'alignement du B-SCP sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement:* acteurs, usages et enjeux. B-SCP utilise les diagrammes de contexte de Jackson et l'approche de modélisation de Weill et Vitale comme un moyen pour délimiter le contexte du problème, c'est-à-dire, de définir où le problème se situe et quelles parties du monde réel sont concernées. Les diagrammes de contexte de Jackson fournissent des heuristiques pour décomposer le contexte du problème en sous-contextes situés à des niveaux d'abstraction plus bas. Ces heuristiques sont utiles lorsque le contexte et le périmètre du problème ont été déterminés et lorsque le problème se trouve près de la machine. L'approche de Weill et Vitale est exploitée pour inclure les problèmes liés à la stratégie concurrentielle. Le couplage de ces deux techniques permet de traiter la perspective « enjeux » en structurant les besoins sous forme d'un modèle de buts. D'ailleurs, l'approche de Weill et Vitale structure la modélisation des « domaines d'intérêt » (fournisseurs, alliés, clients et tous les participants du modèle du Business), et des « phénomènes partagées » (relations entre les « domaines d'intérêt » tels que circulation de l'information, vente et échanges

commerciaux). Bleistein et al. (2006) proposent également d'utiliser les diagrammes « rôle – activité » (role activity diagrams - RADs), une notation utilisée pour décrire les processus organisationnels. Cette notation inclut la description des « rôles » (humains ainsi que logiciels et systèmes matériels) et de leurs « interactions ». Ces interactions décrivent les dépendances entre les rôles dans l'organisation, qui travaillent discrètement et en union afin d'atteindre un but. Afin de garder l'équivalence et la cohérence entre les modèles de Weill et Vitale et les modèles RADs, les « rôles » sont directement assignés aux « domaines d'intérêt » ainsi que les « interactions » sont attribuées aux « phénomènes partagés ». Les « rôles » et les « domaines d'intérêt » couvrent ainsi la perspective « acteurs » ; et les « interactions » et les « phénomènes partagés » couvrent la perspective « usages » de la grille d'analyse.

3.3.4 BALES (binding Business Applications to Legacy Systems)

3.3.4.1 Présentation

BALES (binding Business Applications to Legacy Systems) (Papazoglou et Heuvel 2000) est une méthode qui permet de lier les modèles d'entreprise (*Business models*) aux modules des « applications sur étagères » (en anglais *off-the-shelf product*) et aux modules SI existants que l'entreprise veut conserver (systèmes patrimoniaux). Cette méthode est basée sur un cadre d'intégration d'entreprise (cf. Figure 25) qui sert à modéliser les applications métier par l'intermédiaire du modèle d'entreprise ainsi qu'à développer et implémenter les applications informatiques. Ce cadre fournit une base pour encapsuler les pratiques, règles et tactiques dans des composants modulaires de haut niveau. Il peut ainsi faciliter l'intégration des chaînes de valeur différentes entreprises (cf. Figure 25, entreprises A et B).

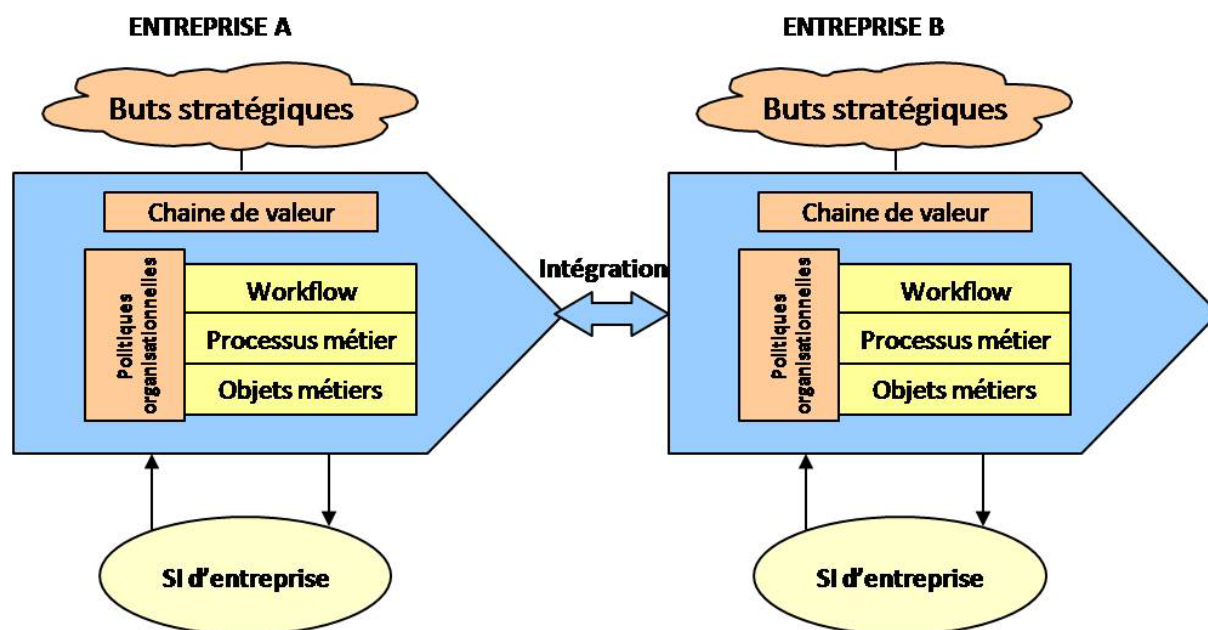


Figure 25. framework d'intégration d'entreprise de BALES

Dans ce cadre, cinq couches de représentation de l'entreprise peuvent être identifiées :

- Buts stratégiques et politiques organisationnelles,
- Objets métiers,
- Processus métier,
- Workflow,
- SI d'entreprise.

La méthode BALES réalise le paramétrage des objets métier en utilisant des « objets patrimoniaux ». Les objets patrimoniaux sont des dépôts conceptuels de données et de fonctionnalités qui sont extraites des « systèmes patrimoniaux » existants. Ces objets sont, comme les objets métier, décrits uniquement au moyen de leurs interfaces (services) plutôt que par leur implémentation. Les « workflows » assignent, de manière automatique, par des moyens informatiques, les processus métier aux acteurs. Ces processus métier s'appuient sur un ensemble d'objets métiers qui détaillent les opérations qui leur sont demandées. Les objets métier peuvent être composés :

- soit d'entités et de « fonctions patrimoniales » appartenant à des « systèmes patrimoniaux »,
- soit de nouvelles entités et fonctions développés à partir des analyses faites sur les processus métier de l'entreprise.

BALES utilise une version étendue du langage UML appelée BALES UML pour décrire, de façon graphique et orientée objet, les différentes couches de représentation de l'entreprise et du SI. BALES UML étend et raffine la sémantique du langage UML par l'addition de plusieurs constructeurs ou « stéréo-types » tels que « BusinessWorkFlow » ou « BusinessPolicy » pour représenter, respectivement, les workflows et politiques de l'organisation.

3.3.4.2 Démarche d'alignement

La méthode BALES préconise une approche en deux étapes afin d'incorporer le changement au sein de l'organisation. Ce changement est réalisé par l'alignement entre les objets métier et les systèmes patrimoniaux. Les deux étapes préconisées par BALES sont :

1. *Générer ou adapter le modèle d'entreprise* pour refléter la nouvelle réalité métier : cela implique des changements au niveau des couches « buts stratégiques et politiques organisationnelles », « objets métier », « processus métier » et « workflow » structurant le modèle d'entreprise.
2. *Déterminer les nouvelles correspondances* entre les modèles d'entreprise et les systèmes logiciels patrimoniaux : Lorsque le modèle d'entreprise est modifié, une nouvelle correspondance entre les objets métier du modèle d'entreprise et les modules des systèmes patrimoniaux est nécessaire. Cette correspondance est réalisée par des

mappings graphiques entre les interfaces des objets métier et des objets patrimoniaux modélisés à l'aide de BALES UML

3.3.4.3 Application du cadre d'analyse à l'approche BALES

Identification des domaines impliqués :

- La couche « buts stratégiques et politiques organisationnelles » décrit les buts qui doivent être implémentés à tous les niveaux de l'architecture d'entreprise, en attachant des politiques organisationnelles aux objets métier. Ces buts définissent les priorités concernant le périmètre du Business, les compétences distinctives et le type de partenariat. Cette couche s'avère ainsi nécessaire à la définition de la stratégie concurrentielle ; c'est pourquoi elle peut être attribuée aux composants « périmètre », « compétences » et « gouvernance » du domaine du Business du SAM.
- La couche « objets métier » joue un rôle central en capturant la sémantique des entités et processus métier. Cette couche peut ainsi être considérée comme faisant partie du composant « processus organisationnels » du SAM.
- La couche « processus métier » fournit des processus métier génériques, c'est-à-dire, un ensemble de blocs de construction qui peuvent être utilisés dans un domaine métier spécifique pour atteindre des buts spécifiques. Par analogie de concepts, cette couche peut être placée dans le composant « processus organisationnels » du SAM.
- La couche de « workflow » : dans cette couche les processus métiers sont convertis en outils technologiques (contrôle de flux –*Workflow*- et fonctions de traitement de l'information) et les activités du Workflow sont définies. Ensuite, les rôles des acteurs sont définis au sein de chaque activité. Les activités du workflow peuvent invoquer les composants des applications déjà existantes, par exemple les objets des applications logicielles « patrimoniales » (*Legacy objects*). Cette couche comporte ainsi des caractéristiques liées à celles des composants « processus organisationnels » et « compétences et connaissances » du domaine du Business ainsi qu'au composant « architecture technologique » du domaine des TI.
- Enfin, la couche « SI d'entreprise » est composée des objets métier qui supportent les processus métier. Les objets métier sont à leur tour composés d'objets patrimoniaux et d'objets relatifs à de nouvelles applications informatiques qui composent l'architecture du SI. Par conséquent, cette couche peut également être assignée au composant « architecture du technologique » du SAM (cf. Figure 26).

Identification des séquences d'alignement : l'approche en deux étapes proposée dans BALES peut être analysée comme suit :

- *Typologie des domaines :* le changement démarre dans la couche « buts stratégiques et politiques organisationnelles » (domaine d'ancrage) qui conduit le changement aux couches « objets métiers », « processus métier » et « workflow » constituant le domaine

pivot qui à son tour à conduit le changement au « SI d'entreprise » (domaine impacté) (cf. Figure 26).

- *Type de liaisons*: cette approche traite l'ajustement stratégique dans le domaine du Business en déclinant les « buts stratégiques et politiques organisationnelles » via des « objets métier », « processus métier » et « workflow » appropriés (cf. Figure 26). D'autre part, l'intégration fonctionnelle entre le domaine interne du Business et le domaine interne des TI est assurée par l'alignement des couches « objets métier », « processus métier » et « workflow » avec la couche « SI d'entreprise » (cf. Figure 26).
- *Nature de l'alignement*: planifié. En effet, la séquence d'alignement identifiée est guidée par les « buts stratégiques et politiques organisationnelles » (cf. Figure 26).

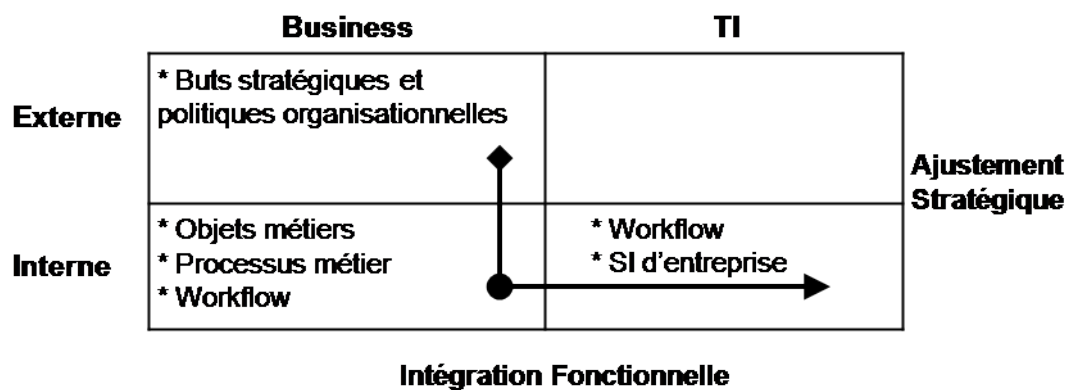


Figure 26. Mapping des couches et de la séquence d'alignement du BALES sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement*: Aucune perspective pour scruter l'environnement n'est supportée. Cette approche ne fournit pas de moyens opérationnels pour formuler la stratégie concurrentielle à partir des changements dans l'environnement. BALES supporte l'alignement interne à l'organisation à partir de buts stratégiques formalisés a priori.

3.4 « Intégration fonctionnelle au niveau interne »

Les deux approches analysées dans cette section ne supportent pas la vision stratégique. En effet, elles s'attachent uniquement à la conception et au développement des SI, comme support aux processus et à l'infrastructure de l'organisation. Ainsi, pour ces deux approches, nous proposons de leur attribuer la valeur « *planifié* » pour l'élément d'analyse « *nature de l'alignement* » car dans chacune de ces approches les séquences d'alignement mises en avant sont « tirées » de manière “top-down” par les processus et l'infrastructure de l'organisation.

3.4.1 ARIS (Architecture of Integrated Information System)

3.4.1.1 Présentation

Scheer et Nuttgens proposent ARIS (Architecture of Integrated Information System) (Scheer et Nuttgens 2000) une architecture générale de processus métier qui combine deux approches fondamentales pour la reconfiguration des SI : (i) l'approche "*formal driven*" dont le but est le développement et l'implémentation d'un système technique, et (ii) l'approche "*content driven*" dont le but est le développement et l'implémentation d'un système organisationnel fonctionnel. Pour parvenir à cette combinaison, Scheer et Nuttgens proposent l'utilisation de modèles de référence de quatre niveaux architecturaux différents :

- Niveau I - Ingénierie de processus (*Process engineering*),
- Niveau II - Planification et contrôle de processus (*Process planning and control*),
- Niveau III Contrôle du Workflow (*Workflow Control*),
- Niveau IV - Systèmes d'application (*Application Systems*).

Le cycle de vie d'ARIS va de la re-conception des processus métier à la conception et au déploiement des TI, menant une conception logicielle orientée processus. Les deux premiers niveaux concernent les directeurs commerciaux et chefs d'entreprise, tandis que les deux derniers concernent les directeurs et responsables des TI.

Le niveau I « ingénierie de processus » concerne la modélisation, l'évaluation et l'optimisation des processus. La modélisation des processus est réalisée à partir d'un ensemble de « modèles de référence » concernant les meilleures pratiques (*Business best-practices*) de l'organisation. Ces meilleures pratiques, créés à partir des événements de la vie réelle ou de manière théorique, permettent de documenter le savoir-faire de l'organisation. Les modèles de référence consistent en un ensemble d'objets métier permettant la modélisation des processus à différents niveaux d'agrégation. Le niveau II « planification et contrôle de processus » fournit des outils de planification, surveillance et contrôle. Les outils de surveillance fournissent des informations telles que le temps d'exécution ou les coûts actuels des processus métier. Ces informations permettent de planifier les activités des processus métier. Le niveau III « Contrôle du Workflow » permet le transfert des objets de données (documents) entre les différentes unités de traitement composant un processus métier. Le niveau IV « Systèmes d'application » comporte les systèmes et applications logicielles qui permettent de traiter les objets de données distribués par le système de workflow. Le niveau IV comporte ainsi des modules logiciels indépendants faciles à mettre à jour et à faire communiquer par des messages délivrés par le contrôle du workflow. Cette approche ne préconise aucune notation de modélisation.

3.4.1.2 Démarche d'alignement

Les quatre niveaux sont connectés d'une manière interdépendante. En effet, pour leur alignement ARIS préconise une approche "top-down" où quatre alignements entre les quatre niveaux peuvent être identifiés :

- *Alignement entre les niveaux I et III*: le niveau I est lié au niveau III car les processus métier définis au niveau I sont utilisés au niveau III pour le développement et la mise en œuvre des systèmes de contrôle de workflow.
- *Alignement entre les niveaux I et IV*: le niveau I est lié au niveau IV car les processus métier définis dans le niveau I sont utilisés par le niveau IV afin de configurer les modules logiciel qui composent les « systèmes d'application ».
- *Alignement entre les niveaux II et III*: le niveau II est lié au niveau III car le premier (contrôle du workflow) fournit des données réelles, concernant le processus à être exécutées, au deuxième (planification et contrôle de processus).
- *Alignement entre les niveaux III et IV*: le niveau III est lié au niveau IV car les systèmes de workflow exécutent les systèmes d'application.

3.4.1.3 Application du cadre d'analyse à l'approche ARIS

Identification des domaines impliqués :

- Cette approche ne prend pas en charge la vision stratégique, il ne supporte que la structure et les processus organisationnels ainsi que l'infrastructure et les processus du SI.
- Le niveau I « Ingénierie de processus » fournit des techniques pour modéliser les processus ainsi que pour les évaluer, optimiser et en assurer la qualité. Le niveau II « planification et contrôle de processus » est composé d'outils pour la planification (*scheduling*), la surveillance, le contrôle de la capacité et l'analyse des coûts des processus. Par analogie de concepts, nous proposons de placer ces deux niveaux d'ARIS dans le composant « processus organisationnels » du domaine du Business du SAM.
- Au niveau III « contrôle du workflow », les processus métiers sont convertis en outils technologiques. Cette couche permet de livrer les objets de données (documents) d'une unité de traitement à la suivante. Dans le niveau IV « systèmes d'application » les documents et autres données, fournis par le système de workflow aux unités de traitement, sont traités. Ces deux niveaux sont liés à la conception d'une architecture de SI orientée processus, où le contrôle des flux de travail et les fonctions de traitement de l'information sont séparés. Ces deux niveaux comportent des aspects qui peuvent être placés au niveau du composant architecture du SI du SAM (cf. Figure 27).

Identification des séquences d'alignement : l'approche "top-down" d'alignement proposé dans ARIS peut être analysée comme suit :

- *Typologie des domaines* : le changement démarre aux niveaux I « ingénierie de processus » et II « planification et contrôle de processus » (domaine d'ancrage) qui

conduisent le changement aux niveaux III « contrôle du workflow » et IV « systèmes d'application » (domaine impacté) (cf. Figure 27).

- *Type de liaisons* : cette approche ne traite pas l'ajustement stratégique. L'intégration fonctionnelle entre le domaine interne du Business et le domaine interne des TI est assurée par l'alignement des niveaux I et II : « ingénierie de processus » et « planification et contrôle de processus » avec les niveaux III et IV : « contrôle du workflow » et « systèmes d'application » (cf. Figure 27).
- *Nature de l'alignement* : planifié. En effet, la séquence d'alignement identifiée est guidée par les niveaux I et II : « ingénierie de processus » et « planification et contrôle de processus » respectivement (cf. Figure 27).

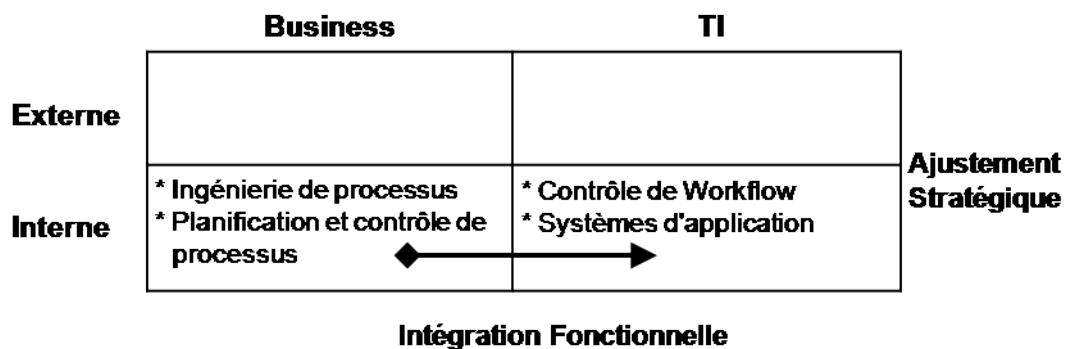


Figure 27. Mapping des couches et de la séquence d'alignement d'ARIS sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement*: Aucune perspective pour scruter l'environnement n'est supportée.

3.4.2 Approche de Wieringa

3.4.2.1 Présentation

Wieringa et al proposent dans (Wieringa et al. 2003) un cadre d'analyse pour la conception des processus métier et de l'architecture du SI. Dans ce cadre, le Business et ses applications logicielles support forment un système réactif, c'est-à-dire, un système qui répond aux événements de l'environnement. Cette approche prend en compte trois univers différents, à savoir, l'univers physique, l'univers linguistique et l'univers social, afin de réaliser l'alignement du contexte du Business avec l'architecture du SI. Ces trois univers sont structurés en cinq couches fournissant des services (cf. Figure 28).

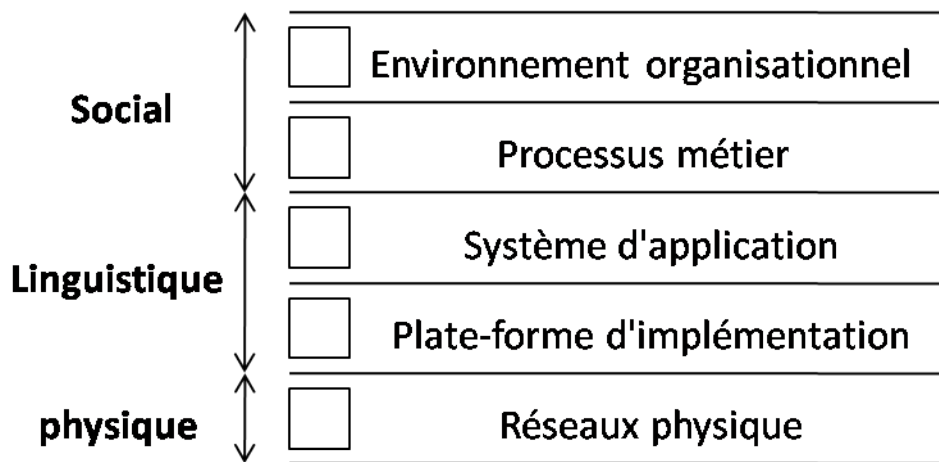


Figure 28. Couches de l'approche de Wieringa

Chacune de ces couches est composée d'entités ayant des propriétés internes et externes :

- Parmi les propriétés externes, on distingue les propriétés fonctionnelles et les propriétés de qualité. Les propriétés fonctionnelles font référence aux services offerts à l'environnement. Les propriétés de qualité caractérisent la valeur du système pour les différentes parties prenantes ou « stakeholders ».
- Les propriétés internes détaillent la composition interne du système.

Chaque propriété peut être décrite avec des niveaux de raffinement différents (du niveau abstrait au niveau détaillé). On peut remarquer que l'univers linguistique est divisé en deux couches :

- *La couche de la plate-forme d'implémentation* : comprenant des entités logicielles de propos général. Cette couche est toujours achetée et n'est pas développée pour un métier particulier.
- *La couche du système d'application ou d'information* : composée d'entités logicielles de propos spécifique. Cette couche est personnalisée ou construite à partir de composants.

L'univers social a aussi été divisé en deux : les *processus métier* et leur *environnement organisationnel*. L'univers physique concerne uniquement la couche *réseaux physique* qui est liée aux composants physiques

Dans la Figure 28, chaque ligne horizontale représente un niveau de service entre deux couches. En général, les entités d'une couche utilisent les services des entités des couches inférieures et fournissent des services aux entités des couches plus élevées.

3.4.2.2 Démarche d'alignement de l'approche de Wieringa

Wieringa et al. proposent une approche "top-down" pour aligner ces cinq couches. En effet, ils proposent d'utiliser un certain nombre de descriptions architecturales interdépendantes typiquement trouvées dans la modélisation d'entreprise (diagrammes de contexte, descriptions

de mission, de liste des services, etc.) et dans la modélisation des SI (architecture de composants logiciels, architecture de services, diagramme de déploiement, etc.). Ces descriptions sont utilisées pour modéliser les éléments constituant chaque couche. La modélisation est réalisée des couches les plus hautes aux plus basses en cherchant l'équivalence entre les éléments afin de maintenir la cohérence. Ainsi, pour réaliser la description d'une entité d'un niveau donné, les descriptions des niveaux supérieurs sont nécessaires.

3.4.2.3 Application du cadre d'analyse à l'approche de Wieringa

Identification des domaines impliqués :

- L'« environnement organisationnel » comporte des notions telles que le segment de marché, les canaux de distribution, les acteurs du marché (clients, fournisseurs, etc.) les événements extérieurs. Ces sujets sont d'une haute importance pour scruter l'environnement mais n'ont pas une correspondance directe avec les composants du SAM.
- La stratégie concurrentielle est implicitement intégrée dans la couche « processus métier » mais elle n'est pas directement exploitée dans le processus d'alignement. Ainsi, elle n'est mise en correspondance avec aucun composant du SAM.
- La couche « processus métier » définit l'ensemble des activités qui peuvent servir à atteindre les objectifs de l'organisation. Cette définition est en correspondance avec la définition du composant « processus organisationnels » du SAM.
- Les trois couches restantes comportent des caractéristiques qui peuvent être attribuées au composant « architecture technologique » du SAM. En effet, la couche « système d'application » est composée d'entités logicielles de propos spécifique (généralement construites sur mesure ou à partir de composants) qui supportent les processus métier. La couche « plate-forme d'implémentation » est composée d'entités logicielles de propos général. Enfin, la couche « réseau physique » est liée aux composants physiques (cf. Figure 29).

Identification des séquences d'alignement : l'approche “top-down” d'alignement proposée Wieringa peut être analysée comme suit :

- *Typologie des domaines :* le changement démarre dans la couche « processus métier » (domaine d'ancrage) qui conduit le changement aux couches « système d'application », « plate-forme d'implémentation » et « réseaux physique » (domaine impacté) (cf. Figure 29).
- *Type de liaisons :* cette approche ne traite pas directement l'ajustement stratégique. D'autre part, l'intégration fonctionnelle entre le domaine interne du Business et le domaine interne des TI est assurée par l'alignement de la couche « processus métier »

avec les couches « système d'application », « plate-forme d'implémentation » et « réseau physique » (cf. Figure 29).

- *Nature de l'alignement* : planifié. En effet, la séquence d'alignement identifiée est guidée par les processus métier et l'environnement organisationnel (cf. Figure 29).

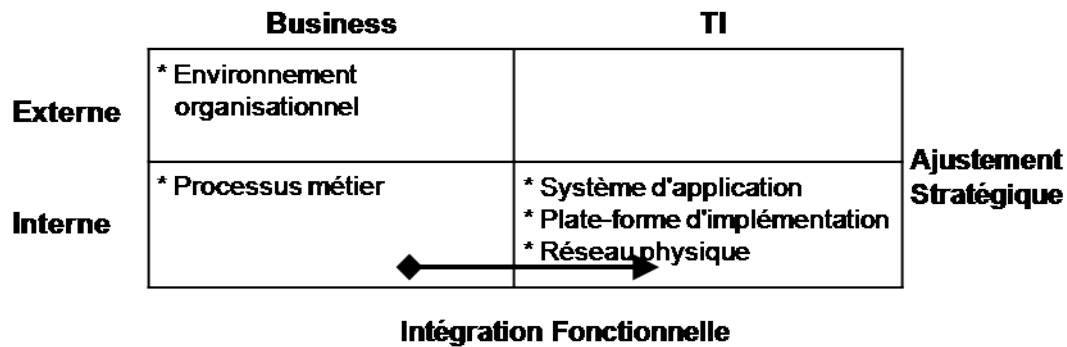


Figure 29. Mapping des couches et de la séquence d'alignement de l'approche de Wieringa sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement* : Cette approche prend en charge les perspectives acteurs et enjeux par la définition de la couche « environnement organisationnel ». En effet, cette couche s'attache à la description et à la représentation de l'environnement externe à l'organisation en détaillant les acteurs externes, leurs relations, et les événements externes potentiels pouvant affecter la performance de l'organisation. Ces éléments de l'environnement organisationnel sont détaillés par la création de diagrammes de contexte métier, de descriptions textuelles, de modèles d'entités et de listes d'événements métier.

3.5 « Chemins d'alignement alternatifs »

Les approches de cette section proposent des chemins d'alignement alternatifs à la séquence “top-down” préconisées par les approches précédentes. Les séquences présentées ci-après sont soit de nature « planifié » ou « émergent ».

3.5.1 BITAM (Business IT Alignment Method)

3.5.1.1 Présentation

BITAM (Chen et al. 2005) est l'acronyme de “Business IT Alignment Method” . Cette méthode traite l'alignement des SI par la notion de désalignement. Ainsi elle propose un ensemble de douze étapes permettant de contrôler, détecter et corriger les désalignements Business/architecture des TI. Pour ce faire, BITAM définit trois couches décrivant un système

d'entreprise : le modèle d'entreprise, l'architecture d'entreprise et l'architecture des TI (cf. Figure 30).

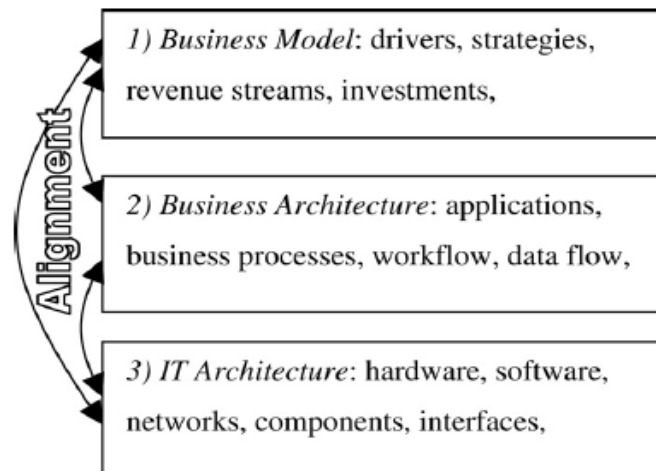


Figure 30. Architecture de trois couches de la méthode BITAM

Ainsi, les désalignements sont définis dans BITAM comme des “mappings” inexacts entre les couches. Afin de contrôler ces désalignements, BITAM préconise de gérer continuellement trois types d'alignements entre les trois couches :

- *Alignement entre le modèle d'entreprise et l'architecture d'entreprise* : ce type d'alignement est traité par l'intermédiaire de la création / utilisation de scénarios opérationnels représentant les processus et pratiques de l'organisation répondant aux besoins et objectifs stratégiques. Ces scénarios opérationnels sont confrontés aux modèles de l'architecture d'entreprise existante afin de détecter et mesurer des désalignements.
- *Alignement de l'architecture d'entreprise et l'architecture des TI* : pour traiter cet alignement, l'ensemble des scénarios opérationnels est confronté à l'architecture des TI actuelle afin de détecter et mesurer des désalignements.
- *Alignement des modèles d'entreprise et l'architecture des TI* : cet alignement est assuré par l'intermédiaire de la création / utilisation des scénarios de changement de TI qui satisfont les objectifs stratégiques. L'ensemble de ces scénarios de changement est confronté à l'architecture technique actuelle afin de détecter et mesurer des désalignements.

3.5.1.2 Démarche d'alignement de BITAM

Les trois types de réalignements, préconisés par BITAM, sont réalisés par l'intermédiaire d'une démarche de 12 étapes regroupées en quatre phases :

- *La première phase*, qui comporte les quatre premières étapes, permet de capturer les objectifs stratégiques.

- *La deuxième phase*, qui comporte les étapes 5 et 6, traite la documentation de l'architecture d'entreprise et de l'architecture des TI.
- *La troisième phase*, qui comporte les étapes 7, 8 et 9, fournit les moyens pour mesurer le degré de désalignement.
- *La quatrième phase*, qui comporte les étapes 10-12, préconise de fournir des stratégies de réaligement et d'évaluer les coûts et les avantages de ce réaligement.

Cette démarche est détaillée ci-dessous :

1. *Identifier les objectifs organisationnels et stratégies* à partir des informations des différentes parties prenantes ou « stakeholders ».
2. *Identifier l'ensemble de scénarios opérationnels des différents « stakeholders »*. Les scénarios opérationnels sont représentés en termes de processus et pratiques métier de manière à les tracer sur l'architecture des TI.
3. *Identifier l'ensemble de scénarios de changement du SI des différents « stakeholders »*. Les scénarios de changement sont une représentation des changements prévus ou anticipés que le système devra supporter dans l'avenir.
4. *Hiérarchiser les scénarios opérationnels et les scénarios de changement*. Une fois les scénarios opérationnels et de changement identifiés, ils peuvent être discutés, complétés et hiérarchisés.
5. *Représenter l'architecture d'entreprise existante*. L'objectif de cette étape n'est pas de documenter les aspects techniques (étape 6), mais d'extraire ce que le système fait actuellement (As-Is) et d'identifier son interaction avec les utilisateurs. L'architecture d'entreprise existante peut être représentée en utilisant les diagrammes UML de cas d'utilisation, de flux de données ou de déploiement.
6. *Représenter l'architecture des TI existante*. Dans cette étape, l'architecture des TI existante est obtenue à partir de la couche architectures des TI de BITAM.
7. *Mapping des scénarios opérationnels sur l'architecture d'entreprise existante*. Les scénarios opérationnels, ayant les priorités les plus importantes, sont « mappés » sur l'architecture d'entreprise actuelle pour vérifier si celle-ci satisfait les besoins des utilisateurs. En effet, il s'agit d'analyser le support fourni par l'architecture d'entreprise aux scénarios opérationnels.
8. *Mapping des scénarios changement du SI sur l'architecture des TI existante*. Les scénarios de changement du SI, ayant les priorités les plus importantes, sont « mappés » sur l'architecture des TI existante. À la différence du mapping des scénarios opérationnels, où les résultats sont en général binaires, les résultats du mapping des scénarios de

changement ont plusieurs aspects. Un des aspects est, par exemple, la magnitude du changement requis. Il peut être quantifié par le temps homme nécessaire pour modifier le système.

9. *Évaluer les désalignements.* Un désalignement est identifié lorsqu'il y a des mappings inexacts entre les scénarios opérationnels et l'architecture d'entreprise ou entre les scénarios de changement du SI et l'architecture des TI. Cette étape met en évidence les scénarios opérationnels qui ne sont pas remplis par l'architecture d'entreprise, aussi bien que les scénarios de changement du SI qui ne sont pas supportés de manière adéquate par l'architecture des TI.
10. *Proposer les stratégies de réaligement au niveau de l'architecture d'entreprise.* Si un désalignement est détecté au niveau de l'étape 9, il peut être traité par la modification de l'architecture d'entreprise ou de l'architecture des TI. Au cours de cette étape, des changements de l'architecture d'entreprise sont préconisés par la modification des diagrammes de cas d'utilisation et des diagrammes de flux de données
11. *Proposer les stratégies de réaligement au niveau de l'architecture des TI.* En réponse aux scénarios de changement du SI qui ne sont pas remplis, un ensemble de stratégies au niveau de l'architecture des TI (*Architectural Strategies - ASs*), peuvent être proposées afin de réparer les désalignements.
12. *Évaluer les nouvelles stratégies de Business et architecturales en termes d'investissements.* Une fois les stratégies de réaligement proposées, elles doivent être évaluées dans une perspective avantages/coût. Cette évaluation fait partie de l'évaluation économique et technologique du projet.

3.5.1.3 Application du cadre d'analyse à l'approche BITAM

Identification des domaines impliqués : il a été difficile de faire correspondre les domaines proposés dans BITAM aux domaines définis dans le cadre d'analyse :

- La couche « modèle d'entreprise » de BITAM concerne des notions floues telles que les déclencheurs d'activité économique, les stratégies, les investissements qui peuvent être attribués à la « stratégie concurrentielle » ou à la « stratégie des TI ». Dans ce cas, nous avons choisi d'attribuer le modèle d'entreprise aux deux domaines.
- La couche « architecture d'entreprise » concerne la définition des processus métier et des applications (systèmes de workflow, systèmes de flux de données, etc.) pour les automatiser. Ces éléments correspondent aux caractéristiques des composants « processus organisationnels » et « architecture technologique du SI » du SAM.
- La couche « architecture des TI » concerne le *hardware*, les réseaux, les composants logiciels, les interfaces et la manière dont ils doivent être organisés. Ainsi, ce niveau peut

être placé dans le composant « architecture technologique du SI » du SAM (cf. Figure 31).

Identification des séquences d'alignement : à partir des trois types d'alignements proposés dans BITAM, les séquences possibles d'alignement sont analysées comme suit :

- *Typologie des domaines* : le changement démarre toujours au niveau du « modèle d'entreprise » (domaines impliqués : stratégie des TI et stratégie concurrentielle) qui est le domaine d'ancrage. L'architecture d'entreprise et l'architecture des TI peuvent prendre le rôle de domaine pivot ou impacté (cf. Figure 31).
- *Type de liaisons* : cette approche traite l'ajustement stratégique des domaines du Business et des TI (d'une part par un alignement entre le modèle d'entreprise et l'architecture d'entreprise (domaine du Business) ; d'autre part, par un alignement entre le modèle d'entreprise et l'architecture d'entreprise d'un coté et entre le modèle d'entreprise et l'architecture des TI (domaine des TI) de l'autre. L'intégration fonctionnelle est traitée, au niveau interne, entre les domaines du Business et des TI (intégration de l'architecture d'entreprise à l'architecture des TI (cf. Figure 31).
- *Nature de l'alignement* : planifié. En effet, les séquences d'alignement identifiées sont guidées par la stratégie des TI ou la stratégie concurrentielle (cf. Figure 31).

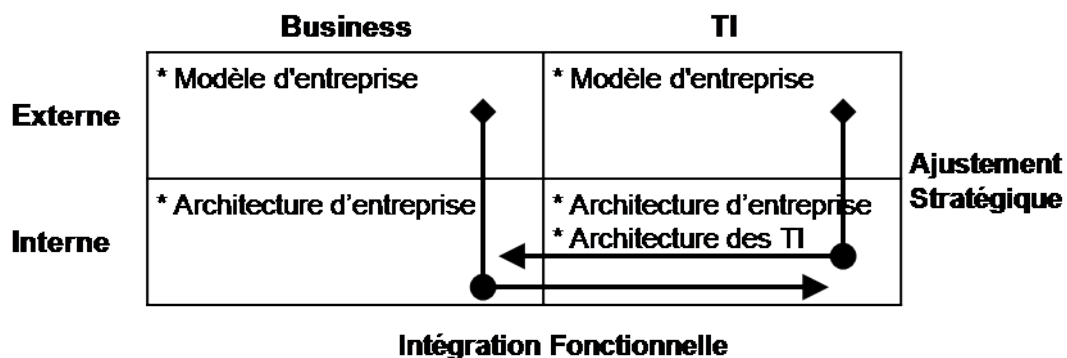


Figure 31. Mapping des couches et des séquences d'alignement du BITAM sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement* : acteurs et enjeux. Afin de formaliser les buts stratégiques au niveau du modèle d'entreprise, les managers de l'organisation doivent scruter et analyser l'environnement externe. Cette analyse de l'environnement inclut l'identification des entités externes (les acteurs tels que les clients, les concurrents etc.) et les forces (les enjeux tels que les nouvelles lois, les partenariats technologiques) qui peuvent affecter la position de l'organisation. Afin de répondre aux conditions changeantes de l'environnement, les buts stratégiques sont mis en œuvre par les groupes d'intérêt par la construction des scénarios opérationnels et des scénarios de changement.

3.5.2 Fujitsu Framework

3.5.2.1 Présentation

Le Fujitsu framework (Yetton et al. 1994) a été construit sur la base du modèle MIT90s (Scott-Morton 1991). Cette approche centre l'alignement sur la technologie et prend en compte cinq éléments de changement:

- Stratégie de l'organisation,
- Structure de l'organisation,
- Gestion de processus,
- Technologie employée,
- Compétences et rôles des individus.

Tandis que Scott-Morton ne propose qu'un chemin « classique » d'alignement conduit par la stratégie de l'organisation, Yetton et al. (1994) proposent un chemin d'alignement alternatif où l'alignement est conduit par les TI. Pour le démontrer, ils décrivent et analysent le cas de « Flower and Samios », une petite compagnie d'architectes dans laquelle la transformation organisationnelle s'est produite par l'adoption progressive des TI. Ainsi, à la différence de l'approche traditionnelle d'alignement, dans le cas de « Flower and Samios », la stratégie de l'organisation a émergé graduellement comme un résultat du processus de changement. « Flowers and Samios » ont mis en œuvre des TI pour reconcevoir leurs processus métier et pour fournir un meilleur service à leur clientèle. Ces changements à l'intérieur de l'organisation ont permis de reformuler la position stratégique de la compagnie, ces changements se sont produits à différents niveaux :

- Activité de conception,
- Réponse aux clients,
- Communication avec fournisseurs et partenaires,
- Rôles des architectes,
- Capacité de concurrence.

Ainsi, Yetton et al. (1994) argumentent que les TI peuvent être intégrées au cœur des processus métier et de la structure organisationnelle, et constituent un composant stratégique central dans le processus d'alignement.

3.5.2.2 Démarche d'alignement du Fujitsu Framework

Yetton et al. montrent qu'il est possible que les TI soient le conducteur du changement. Dans le cas de « Flowers and Samios », leur métier a été transformé par l'adoption graduelle d'outils de conception assistée par ordinateur (CAO) et de « packages » logiciels multimédia. En effet, la dynamique du chemin d'alignement a démarré au niveau de l'élément « technologie employée », lorsque l'entreprise a décidé d'explorer les TI disponibles susceptibles de supporter leur métier. Cette décision n'a pas été planifiée et ne faisait pas

partie de la stratégie. Elle a été prise lorsque l'entreprise avait perdu un appel d'offre au profit de l'un de ses principaux concurrents, lequel utilisait des TI spécialisées.

Une fois la technologie choisie et introduite, la première transformation a eu lieu au niveau des « compétences et rôles des individus ». Les membres de l'organisation ont été progressivement formés au fonctionnement de nouvelles machines et logiciels tout en accentuant l'utilité et la capacité de ces outils pour le développement de projets. Ainsi, l'ensemble des membres a commencé à les utiliser et à abandonner leurs anciennes pratiques.

Ensuite, la « structure organisationnelle » de la compagnie a été modifiée de manière à refléter les changements au niveau des compétences et des pratiques des membres. La traditionnelle division du travail entre les architectes, les dessinateurs et les stagiaires n'était plus nécessaire. Cela a permis de réduire les besoins d'embauche. Ainsi, la « structure de l'organisation » est devenue plus plate, avec une plus grande délégation des responsabilités au personnel plus qualifié. Ensuite des changements ont eu lieu au niveau de la « gestion de processus » afin de concevoir de nouveaux processus en cohérence avec les nouvelles pratiques des membres. Les cadres dirigeants ont pris conscience de l'importance des connaissances et compétences ainsi que de l'expérience développées grâce aux TI implémentées. Ils ont pris conscience de la manière dont les TI pouvaient potentiellement permettre de créer des services à valeur ajoutée pour le client. Ainsi, à la différence de l'approche traditionnelle d'alignement, dans cette approche la stratégie de l'organisation émerge progressivement comme résultat des changements effectués (cf. Figure 32).

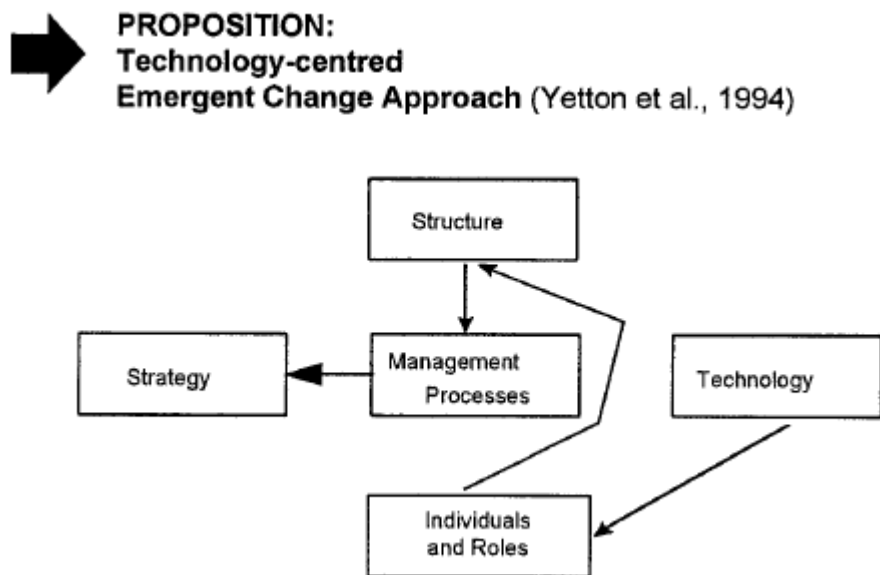


Figure 32. Chemin d'alignement proposé par Yetton et al. (1994)

3.5.2.3 Analyse du Fujitsu Framework

Identification des domaines impliqués : Le mapping est exactement le même que pour le modèle MIT90s car les deux approches utilisent la même description des éléments de changement (cf. Figure 33).

Identification des séquences d'alignement : le chemin centré sur la technologie du Fujitsu framework peut être analysé comme suit :

- *Typologie des domaines :* le changement démarre au niveau de l'élément « technologie employée » (domaine d'ancrage) qui conduit le changement aux éléments « compétences et rôles des individus », « structure de l'organisation » et « gestion de processus » (domaine pivot). Ces trois éléments, qui conforment le domaine pivot, à leur tour conduisent le changement au niveau de la « stratégie de l'organisation » (domaine impacté) (cf. Figure 33).
- *Type de liaisons :* cette approche traite l'ajustement stratégique des domaines du Business par l'évolution de la « stratégie de l'organisation » comme résultat des changements opérés au niveau des « compétences et rôles des individus », la « structure » et les « processus de l'organisation ». D'autre part, l'intégration fonctionnelle entre les domaines du Business et des TI est assurée par l'alignement entre la « technologie employée » et les « compétences et rôles des individus » qui à leur tour sont alignés avec la « structure de l'organisation » et la « gestion de processus » (cf. Figure 33).
- *Nature de l'alignement ::* émergent. En effet, les séquences d'alignement identifiées sont guidées par l'élément « technologie employée » attribué au composant « architecture du SI » du SAM (cf. Figure 33).

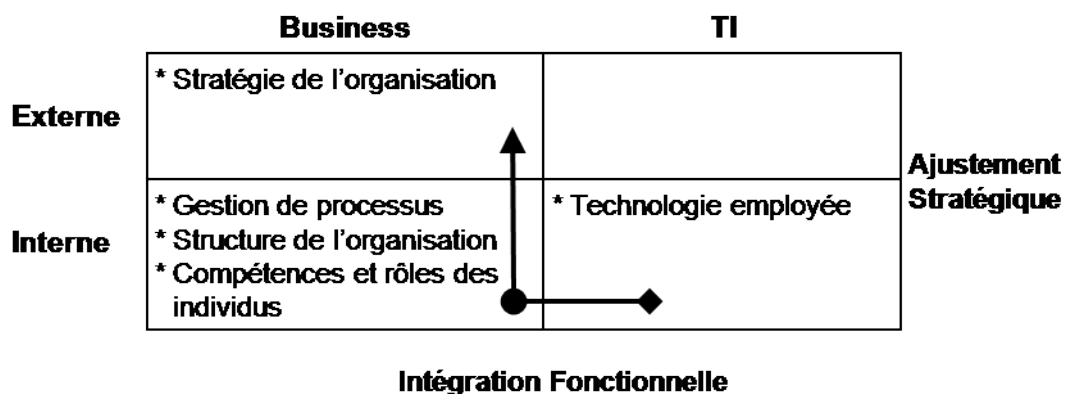


Figure 33. Mapping des éléments et de la séquence d'alignement du « Fujitsu framework » sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

- *Perspectives pour scruter l'environnement :* aucune perspective pour scruter l'environnement n'est proposée.

3.5.3 SEAM (Systemic Enterprise Architecture Methodology)

3.5.3.1 Présentation

Wegmann dans (Wegman 2002) propose SEAM, une méthode de conception d'architecture d'entreprise qui cherche à aligner les processus organisationnels et les TI support. Dans cette approche, l'entreprise est considérée comme un système complexe dont l'une des principales caractéristiques est son évolution continue. Afin de structurer les directives de son approche d'alignement, et de lui donner des bases théoriques, Wegmann définit le paradigme de SEAM (*SEAM Paradigm*) en se basant sur la théorie des systèmes. Le paradigme de SEAM comporte la « philosophie SEAM » et la « méthode SEAM ». La « philosophie SEAM » explique les concepts utilisés pour créer des modèles de systèmes ainsi que la relation entre ces modèles et la réalité. Elle définit les concepts d'« épistémologie », d'« ontologie » et d'« éthique ». La méthode SEAM explique comment procéder à l'analyse et à la conception de systèmes.

La Philosophie SEAM : La philosophie de SEAM comporte trois concepts :

- **Epistémologie SEAM :** l'épistémologie définit les principes qui sont utiles pour comprendre le rapport entre la réalité et le modèle. Un des principes les plus importants est le principe de constructivisme selon lequel toute connaissance est relative à l'observateur. Wegmann énonce ce principe comme fondamental car il fournit la justification des niveaux organisationnels. Le concept de niveau correspond ainsi à un niveau d'abstraction, ou à un point de vue, que les spécialistes développent pour simplifier leur compréhension des systèmes.
- **Ontologie SEAM :** l'ontologie générale de SEAM (Naumenko A. 2002) définit l'ensemble des concepts et relations nécessaires pour modéliser les systèmes en général. Cette ontologie est basée sur RM-ODP, une norme d'ISO/ITU. Les éléments d'un modèle, par la mise en œuvre de l'ontologie SEAM, sont définis par deux caractéristiques : les caractéristiques de modélisation et les caractéristiques de spécification. Cinq caractéristiques de modélisation sont définies par cette ontologie : objet, action, état, localisation dans le temps et localisation dans l'espace. Deux caractéristiques de spécification sont également définies : type et instance. Les éléments d'un modèle sont ainsi définis par la combinaison d'une caractéristique de modélisation et d'une caractéristique de spécification. Pour modéliser, par exemple, une « vente », la caractéristique de modélisation « action » et la caractéristique de spécification « type <vente> » sont combinées. « Action » indique que l'élément de modélisation représente un événement réel, tandis que « type <vente> » spécifie le type d'événement.
- **Ethique SEAM :** l'éthique SEAM correspond aux choix que les spécialistes font quand ils décident de la manière de modéliser leur perception de la réalité. En effet, leurs choix ne peuvent avoir aucune justification formelle. La seule justification est que les spécialistes croient qu'ils ont raison. SEAM prend en compte l'éthique afin de définir à

quel moment les compétences de l'équipe interviennent lors de la mise en œuvre de SEAM.

A partir des concepts décrits précédemment, Wegmann propose le modèle d'architecture d'entreprise SEAM. Ce modèle permet de représenter les ressources disponibles au sein de l'entreprise et de son environnement, ainsi que les processus auxquels ces ressources participent. Il est structuré en niveaux organisationnels. Un niveau organisationnel décrit l'entreprise du point de vue d'un ou de plusieurs spécialistes. SEAM propose quatre niveaux organisationnels :

- Le niveau Business,
- Le niveau entreprise,
- Le niveau opération,
- Le niveau technologique.

Chaque niveau décrit ce qui existe actuellement (As-Is) ou ce qui devrait exister (Next-Step) par l'utilisation de techniques de modélisation. Un modèle particulier, construit par la mise en œuvre de SEAM, peut évoluer et être adapté pour représenter les changements de l'environnement.

3.5.3.2 Démarche d'alignement de SEAM

Wegmann propose la « Méthode SEAM » afin de réaliser l'alignement entre les quatre niveaux organisationnels de son modèle d'architecture d'entreprise. Cette méthode n'accorde la priorité à aucun de ces niveaux pour démarrer ou conduire l'alignement. En outre, aucun ordre spécifique d'alignement n'est préconisé. Le processus d'alignement proposé est itératif. Il démarre avec la décision de l'entreprise d'anticiper ou de réagir à un changement. Ce processus d'alignement comporte trois types d'activités :

- *Modélisation multi-niveau* : le but de la modélisation multi-niveau est de créer un nouveau modèle, ou de modifier un modèle déjà existant des niveaux organisationnels de l'entreprise.
- *Conception multi-niveau* : le but de la conception multi-niveau est d'identifier et de réduire les possibles trous (*gaps*) entre l'existant (As-Is) et l'état futur désiré (Next-Step). Pour y parvenir, de nouveaux processus et ressources, à développer et à déployer, doivent être définis.
- *Déploiement multi-niveau* : Le but du déploiement multi-niveau est de transformer ce qui est décrit dans chaque niveau pour l'état désiré (Next-Step) en artefacts pouvant être compris par des personnes ou des systèmes logiciels. Les artefacts peuvent être des plans (par exemple pour ouvrir une nouvelle usine ou pour la négociation d'un contrat) ou être directement des exécutable (par exemple : descriptions de fonctions ou de programmes).

3.5.3.3 Application du cadre d'analyse à l'approche SEAM

Identification des domaines impliqués :

- Le « niveau Business » représente la compagnie et ses partenaires dans le marché. Il est généralement employé pour comprendre la valeur créée pour le client par l'intermédiaire des produits ou service proposés aux clients et la manière dont le revenu est obtenu. Ce niveau s'avère nécessaire pour définir la stratégie concurrentielle. Il comporte des aspects qui peuvent être assignés aux trois composants qui structurent le domaine « stratégie concurrentielle » du SAM.
- Le « niveau entreprise » représente les interactions et les processus internes qui permettent d'atteindre les buts stratégiques de l'entreprise. Ce niveau peut être mis en correspondance avec le composant « processus organisationnels » du SAM.
- Le « niveau opération » représente les personnes et les systèmes (par exemple systèmes d'information) composant la compagnie. Il est généralement analysé en termes d'optimisation de dépenses de fonctionnement. La correspondance de ce niveau avec les composants du SAM est plus complexe car il implique des aspects de ressources humaines qui peuvent être placés dans le composant « compétences et connaissances » des domaines du Business et des TI ainsi que des aspects techniques et systémiques qui peuvent être placés dans le composant « architecture technologique ». Dans ce cas, nous avons choisi de classer ce niveau du SEAM dans ces trois composants du SAM
- Le « niveau technologique » représente l'infrastructure et les systèmes techniques de l'organisation. Ce niveau comporte de caractéristiques qui sont en cohérence avec celles du composant « architecture technologique » (cf. Figure 34).

Identification des séquences d'alignement : les possibles séquences d'alignement de l'approche SEAM peuvent être analysées comme suit :

- *Typologie des domaines :* aucun ordre d'alignement spécifique n'est préconisé. En effet, le changement peut démarrer à n'importe quel niveau. Chacun des domaines « mappés » peut devenir domaine d'ancrage, pivot ou impacté (cf. Figure 34).
- *Type de liaisons :* cette approche traite l'ajustement stratégique dans le domaine du Business par l'alignement du niveau « Business » avec les niveaux d' « entreprise » et d'« opération ». D'autre part, l'intégration fonctionnelle entre le domaine interne du Business et le domaine interne des TI est assurée par l'alignement des niveaux d' « entreprise » et d'« opération » avec le niveau « technologique » (cf. Figure 34).
- *Nature de l'alignement :* planifié ou émergent. En effet, les séquences d'alignement identifiées peuvent être guidées par un domaine « mappé » quelconque (cf. Figure 34).

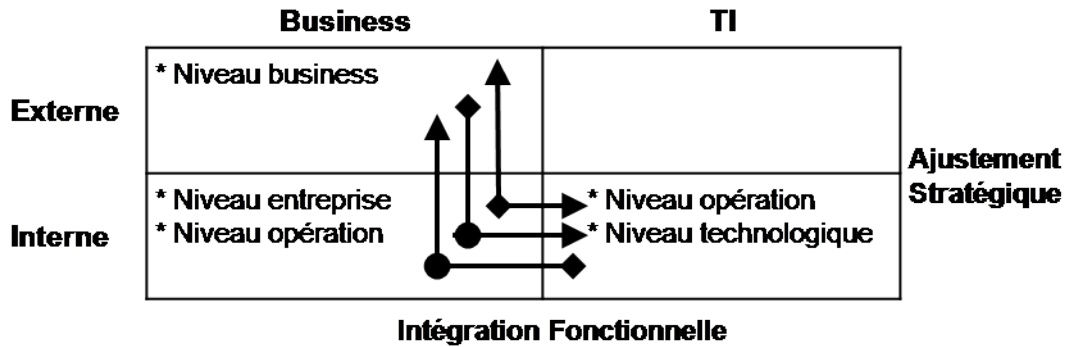


Figure 34. Mapping des couches et de la séquence d'alignement de SEAM sur les domaines du SAM

Identification de l'élément scruter l'environnement :

Perspectives pour scruter l'environnement : acteurs et usages. SEAM intègre l'environnement par la modélisation, dans le « niveau Business », des ressources disponibles au sein l'entreprise et de l'environnement, (acteurs extérieurs, usages des produits et des services) ainsi que des processus auxquels ils participent. Ce modèle représente seulement les entités de l'entreprise et de l'environnement qui sont appropriées pour le projet. Ces caractéristiques pourraient être étendues afin d'examiner les ressources et les processus de l'environnement de TI.

3.6 Analyse des approches d'alignement

La définition d'une grille d'analyse, structurée sous forme triptyque (élément, attribut, valeur) et son application à neuf approches d'alignement, permet de comprendre la logique d'alignement de celles-ci ainsi que d'identifier leur contribution aux trois points de vue d'alignement. Les résultats de l'application de la grille d'analyse sont synthétisés dans les tableaux 2 à 5. Le Tableau 2 présente les résultats du premier élément d'analyse « domaines impliqués ». Dans ce tableau, les approches d'alignement examinées sont placées en colonnes et les composants du SAM en lignes afin de mettre en correspondance les « niveaux » ou « couches » proposés par chaque approche et les domaines impliqués de la grille d'analyse. Dans le Tableau 3, les séquences d'alignement identifiées sont décrites en utilisant la représentation graphique proposée dans la grille d'analyse (cf. Figure 11). Le Tableau 4 résume le troisième élément, à savoir, « scruter l'environnement » et, enfin, Tableau 5 présente les résultats du quatrième élément d'analyse « dimension temporelle ».

Afin d'expliciter les descriptions faites grâce à la grille d'analyse et afin de définir le point de vue d'alignement traité, nous proposons de mener trois analyses complémentaires :

- La première analyse consiste à analyser le Tableau 2 et le Tableau 3 qui résument les « domaines impliqués » et les « séquences d'alignement » respectivement. Cela permet

de mettre en évidence les domaines supportés et l'ordre d'alignement proposés par chaque approche. Ainsi, ces deux éléments d'analyse permettent de détailler si l'alignement avec la stratégie est traité et de quelle manière. En effet, l'alignement avec la stratégie est généralement réalisé en alignant le domaine « stratégie concurrentielle » avec le domaine « infrastructure organisationnelle et processus », qui est ensuite aligné avec le domaine « infrastructure technologique et processus du SI ».

- La deuxième analyse consiste à analyser les perspectives supportées pour scruter l'environnement (Tableau 4) et les domaines impliqués (Tableau 2). Cela permet de mettre en évidence les deux facteurs clés de l'alignement avec l'environnement : (1) *scruter l'environnement*, facteur lié aux perspectives pour scruter l'environnement, et (2) *définir les stratégies support*, facteur lié aux domaines impliqués (premier élément d'analyse).
- Enfin, la dernière analyse consiste à analyser la dimension temporelle (cf. Tableau 5). Cela correspond à notre interprétation de l'alignement avec les évolutions incertaines.

Ces trois analyses sont ensuite mises en perspective par rapport aux spécificités de l'alignement complet des SI Techniques afin d'identifier les points forts et les points faibles des approches existantes et de structurer nos contributions.

3.6.1 Alignement avec la stratégie

Généralement, cet alignement est effectué avec la stratégie concurrentielle comme domaine d'ancrage, les processus organisationnels comme domaine pivot et l'infrastructure du SI comme domaine impacté. Ce point de vue d'alignement a ainsi une nature « planifiée » car le changement démarre au niveau de la stratégie concurrentielle qui, à son tour, conduit le changement aux autres domaines impliqués. Toutes les approches analysées supportent l'alignement avec la stratégie sauf l'approche de Wieringa et ARIS qui la supportent partiellement. En effet, ces deux approches cherchent à aligner les processus organisationnels avec les SI support (cf. Tableau 2 et Tableau 3).

Parmi les approches supportant ce point de vue d'alignement, le Fujitsu Framework, BITAM et SEAM sont intéressants car : (1) le premier propose un chemin d'alignement alternatif où le domaine interne des TI, c'est-à-dire, l'infrastructure et les processus du SI, sont le domaine d'ancrage, (2) le deuxième propose un chemin d'alignement double qui prend en considération la stratégie des TI, et (3) la dernière permet plusieurs chemins d'alignement afin de réaliser l'alignement stratégique (cf. Tableau 3).

Domaine	Composant	Exécution de la stratégie concurrentielle				Intégration fonctionnelle interne		Chemins d'alignement alternatifs		
		MIT90s	Approche Longépé	B-SCP	BALES	ARIS	Approche Wieringa	BITAM	Fujitsu Framework	SEAM
Business	Périmètre	X	X	X	X		X	X	X	X
	Compétences	X	X	X	X		X	X	X	X
	Gouvernance	X	X	X	X		X	X	X	X
	Structure	X							X	X
	Processus	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	RH/Compétences	X	X	X	X				X	X
TI	Périmètre							X		
	Compétences							X		
	Gouvernance							X		
	Structure	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Processus									
	RH/Compétences	X							X	X

Tableau 2. Domaines impliqués

Exécution de la stratégie concurrentielle				Intégration fonctionnelle interne		Chemins d'alignement alternatifs		
MIT90s	Approche Longépé	B-SCP	BALES	ARIS	Approche Wieringa	BITAM	Fujitsu Framework	SEAM

Tableau 3. Séquences d'alignement

3.6.2 Alignement avec l'environnement

Les deux activités principales pour traiter ce point de vue d'alignement sont analysées ci-dessous :

(1) *Scruter l'environnement* : les résultats du troisième élément de la grille d'analyse (cf. Tableau 4) montrent que :

- Seules deux approches : MIT90s Model (par la description d'entités et de facteurs externes) et B-SCP (par la modélisation des entités de l'environnement et de leurs relations en utilisant la notation de Weill et Vitale) traitent les trois perspectives nécessaires pour scruter l'environnement, à savoir, « acteurs », « usages » et « enjeux ».
- Deux approches supportent les deux perspectives « acteurs » et « enjeux » pour scruter l'environnement : BITAM (par l'identification des entités et des forces externes qui peuvent affecter la position de l'organisation) et l'approche de Wieringa (par la définition de la couche « environnement organisationnel »). Seule une approche, SEAM, traite les perspectives « acteurs » et « usages » par la modélisation, au niveau « Business », des ressources disponibles dans l'entreprise et dans l'environnement, (acteurs extérieurs, usages des produits et des services) ainsi que des processus auxquels ils participent.
- L'approche de Longépé supporte seulement la perspective « usages » par la description des besoins des parties prenantes associés à l'usage des TI.

Concernant les techniques proposées pour modéliser l'environnement :

- B-SCP propose la notation de Weill et Vitale.
- Wieringa et al. proposent de décrire l'environnement par la création de diagrammes de contexte, modèles d'entités, et listes d'événements.
- SEAM, dans son niveau « Business », fournit une notation ad-hoc pour modéliser l'environnement.
- MIT90s Model et l'approche de Logépé ne proposent pas de techniques concrètes pour modéliser l'environnement.

(2) *Définir les stratégies de support* : Les résultats du premier élément d'analyse « domaines impliqués » (cf. Tableau 2) montrent que :

- Seule une approche, à savoir, BITAM, supporte la formulation de la stratégie concurrentielle et de la stratégie des TI dans la définition du « modèle d'entreprise ».
- Toutes les approches supportent la définition de la stratégie concurrentielle à l'exception de l'approche de Wieringa et d'ARIS. En effet, ces deux approches ne prennent pas en charge la vision stratégique, elles ne supportent que la structure et les processus organisationnels ainsi que l'infrastructure et les processus du SI.

En ce qui concerne les techniques proposées pour modéliser la stratégie, il y en a plusieurs, qui sont toutes centrées sur la modélisation intentionnelle :

- Les approches BITAM, MIT90s Model et Fujitsu Framework prennent en compte la stratégie concurrentielle mais ne proposent pas de techniques concrètes pour la modéliser.
- Longépé propose de décrire la stratégie concurrentielle par la création d'un modèle d'objectifs (en utilisant de diagrammes d'Ishikawa) et d'un modèle d'entreprise (en utilisant une notation ad-hoc).
- B-SCP propose, de déconstruire la stratégie concurrentielle avec VMOST, de la décrire en termes de moyens et d'objectifs avec BRG-Model, et de la modéliser avec la notation orientée objectifs i*.
- BALES propose une version étendue d'UML nommée BALES UML. Cette extension ajoute des constructeurs tels que, par exemple, <Business_Policy> qui peut supporter la description du composant gouvernance du Business du SAM.
- SEAM fournit une ontologie (ensemble de concepts et d'interrelations) pour modéliser les différents niveaux organisationnels. Cette ontologie est basée sur RM-ODP, un standard de l'ISO/ITU.

	MIT90s Model	Approche Longépé	B-SCP	BALES	ARIS	Approche Wieringa	BITAM	Fujitsu Framework	SEAM
Actors	X		X			X	X		X
Uses	X	X	X						X
Enjeux	X		X			X	X		

Tableau 4. Perspectives pour scruter l'environnement

3.6.3 Alignement avec les évolutions incertaines

Toutes les approches analysées traitent l'état actuel (As-Is) du SI ainsi que les changements émergents (Next Step) à implémenter. Cela correspond à une vision statique de l'alignement des SI car elle considère seulement l'état actuel de l'organisation et du SI et ne considère pas les changements potentiels à long terme provoqués par des évolutions dans les environnements du Business et des TI. Cette vision est appropriée dans un contexte stable mais devient limitée dans le contexte actuel où l'incertitude et l'évolution continuelles prennent de l'importance. En effet, les évolutions de l'environnement du Business, telles que l'entrée de nouveaux concurrents, ou de l'environnement des TI, telles que de nouvelles alliances technologiques, peuvent affecter la position actuelle de l'organisation. C'est pourquoi une vision dynamique de l'alignement des SI s'avère nécessaire afin de pouvoir aligner continuellement le SI et, alternativement, de le rendre réactif, voire, proactif aux changements.

Seule la méthode itérative SEAM permet de décrire des états futurs (To-Be) pour chaque niveau organisationnel et de réduire le *gap* entre l'existant (As-Is) et ces futurs états. Pour traiter l'alignement avec les évolutions en utilisant SEAM, il est nécessaire de décrire, à l'aide des scénarios, les changements potentiels qui pourraient prendre place à un niveau organisationnel donné. Par conséquent, le *gap* créé peut être réduit dans le futur par le développement et le déploiement de nouvelles ressources de manière à maintenir l'alignement entre les niveaux.

En ce qui concerne l'état « passé », aucune approche ne le supporte de manière explicite. Cependant, l'intégration plus précise de cet état, autrement que par la simple et classique analyse de l'existant, permettrait de mieux saisir la situation existante et de l'exploiter pour les états futurs.

	MIT90s	Approche Longépé	B-SCP	BALES	ARIS	Approche Wieringa	BITAM	Fujitsu Framework	SEAM
Past									
As-Is+Next step	X	X	X	X	X	X	X	X	X
To-Be									X

Tableau 5. Analyse de la dimension temporelle

3.7 Mise en perspective des résultats de l'analyse pour les SI Techniques

3.7.1 Alignement stratégique des SI Techniques

Au sein des entreprises manufacturières, l'alignement stratégique des SI Techniques exige :

- D'intégrer différents métiers liés à la conception et à la production de produit. Cela nécessite, entre autres, de mettre en cohérence des composants (structures administratives, infrastructures techniques, processus, aptitudes et compétences des individus) relatifs aux domaines de la conception, de la production et des TI.
- D'offrir une vision partagée de l'information permettant d'améliorer la coopération entre les usagers (nombreux et variés) et, par conséquent, la réalisation des processus de conception et de production permettant d'atteindre les buts organisationnels.

Les contributions des approches d'alignement, analysées précédemment, pour supporter ces spécificités, peuvent être détaillées de la manière suivante :

- Les approches d'alignement existantes supportent l'alignement avec la stratégie par l'alignement des principaux composants du domaine du Business (notamment la stratégie concurrentielle et les processus de l'organisation) avec les composants du domaine des TI (notamment le SI support). Ainsi, ces approches supportent uniquement l'alignement des domaines du Business et des TI et ne fournissent pas de moyens permettant de détailler et d'aligner les composants des domaines de conception et de production. Ces composants comportent, généralement, des spécificités et des caractéristiques propres qu'il faut prendre en compte.
- Les approches d'alignement existantes mettent l'accent sur la conception d'applications logicielles support à la stratégie concurrentielle et aux processus de l'organisation. Dans cette vision les questions liées aux usagers telles que :
 - l'utilisation de ces applications logicielles par les usagers ;
 - la coordination et la coopération entre les usagers pour la réalisation de leurs activités ; ne sont pas prises en compte.
- Cependant, ces questions ont une grande importance car, d'une part, la bonne utilisation des applications logicielles peut permettre l'appropriation des celles-ci et leur intégration au métier de l'organisation (Fimbel 2004). D'autre part, le support à la coordination et à la coopération des usagers peut améliorer l'efficacité de la réalisation des activités pour, in fine, atteindre les buts de l'organisation. A cause de la diversité des compétences et des objectifs des usagers ainsi que de leur faible niveau d'expertise des TI, ces deux dimensions sont très importantes et doivent être supportés par les SI Techniques.

3.7.2 Alignement des SI Techniques avec l'environnement

L'alignement des SI Techniques avec l'environnement externe exige :

- L'intégration des activités de l'entreprise avec celles de ses partenaires afin de faciliter la coopération et le partenariat, tant au niveau de la conception que de la production.
- Gérer et prendre en charge une grande multiplicité de profils afin de fournir des informations et des fonctions personnalisées aux usagers nombreux et variés du SI Technique.
- Prendre en compte les nouvelles technologies pouvant contribuer à rendre transparente l'hétérogénéité des ressources et des technologies constituant le SI Technique (TI, technologies de conception, infrastructure de production).

Les contributions des approches existantes d'alignement, pour supporter ces spécificités de l'alignement des SI Techniques avec l'environnement, sont décrites ci-dessous :

- Les approches MIT90s Model, B-SCP, BITAM et de Wieringa, apportent des contributions à l'identification, la modélisation et la description des entités de l'environnement. De plus, SEAM propose une description des rôles de ces entités ainsi que des processus dans lesquels elles interviennent. Ces contributions peuvent permettre de décrire les « acteurs » ou entreprises de l'environnement avec qui une alliance de coopération ou un partenariat potentiel pourrait être établi. La définition des activités à réaliser par chaque acteur dans le cadre d'un projet commun pourrait également être définie dans le cas de SEAM. Cependant, il manque un support pour l'identification des acteurs externes auprès des usagers et managers.
- Seule l'approche de Longépe (urbanisme des SI) permet de décrire les besoins des usagers associés à l'usage des TI. Dans ce cadre, les principales fonctions des TI sont décrites dans un diagramme UML de cas d'utilisation. Cette contribution peut supporter la prise en charge des usagers nombreux et variés. Cependant, elle reste longue à mettre en œuvre.
- Aucune approche ne propose de moyens concrets et explicites permettant l'alignement ou l'intégration des différentes ressources technologiques qui composent le SI Technique (infrastructures du SI, infrastructures de production, systèmes de conception). Les approches supportant l'alignement avec l'environnement (de manière partielle ou totale) prennent seulement en compte l'environnement du Business. Ces approches ne tiennent pas compte des environnements propres au domaine d'application (conception et production). Cependant, pour les SI Techniques, la scrutation de ces environnements, surtout en ce qui concerne la veille technologique, est incontournable à cause de la complexité, l'hétérogénéité et la variété des technologies qui le constituent.

3.7.3 Alignement des SI Techniques avec les évolutions incertaines

Ce point de vue d'alignement, pour les SI Techniques, comporte plusieurs implications :

- Prendre en compte la désynchronisation entre l'évolution des TI et celles des infrastructures techniques.
- Prendre en compte les évolutions de différents métiers liés à la conception et à la production du produit. Ces évolutions sont souvent difficiles à éliciter à cause de la diversité des points de vue et des objectifs des usagers de ce type de SI.

La mise en perspective des contributions des approches d'alignement, pour supporter ces spécificités de l'alignement des SI Techniques avec les évolutions, est décrite ci-dessous :

- Toutes les approches analysées traitent l'alignement d'un point de vue statique, car seul l'état actuel (As-Is) du SI ainsi que les changements émergents (Next-Step) sont pris en compte. Seule la méthode SEAM permet de décrire des états futurs (To-Be) et de réduire le *gap* entre l'existant (As-Is) et ces futurs états. Cependant, cette approche prend en compte seulement les domaines de Business et des TI pour la description des états futurs. La scrutation des environnements de la conception et de la production, surtout en ce qui concerne la veille technologique, n'est pas préconisée par cette approche pour la description des états futurs. Cependant, de même que pour l'alignement avec l'environnement, la veille technologique, est un facteur clé afin de répondre au décalage des cycles de vie de ces technologies. En effet, elle peut faciliter la prévision des états possibles à long terme (To-Be) des différentes infrastructures implémentées. Ces prévisions peuvent faciliter la prise de décisions concernant le choix des technologies, les plus appropriées, pour la conception d'un SI Technique adaptable et flexible à court/moyen terme. Ce SI pourra ainsi répondre aux évolutions technologiques à long terme, déjà prévues par anticipation.
- SEAM est la seule approche qui permet de décrire des évolutions à long terme (To-Be) mais cette approche prend en compte seulement les domaines de Business et des TI pour la description de ces évolutions. Cependant, les composants organisationnels et technologiques des domaines d'application des SI Techniques comportent de caractéristiques propres et spécifiques et ils ne peuvent pas être assimilés aux composants génériques proposés dans le SEAM. De plus, la variété et la diversité des points de vue et des objectifs des usagers des SI Techniques rendent difficile l'élicitation d'une vision unifiée et pertinente des évolutions. Or, le SEAM ne propose pas de moyens pour éliciter ces évolutions auprès des utilisateurs.

Point de vue d'alignement	Spécificité	Apport existant	Manque
Alignement avec la Stratégie	Alignement des composants relatifs aux domaines de la conception, de la production et des TI.	Alignement des composants du domaine du Business (stratégie concurrentielle et les processus de l'organisation) avec les composants du domaine des TI (SI support).	Prise en compte les composants du domaine d'application comportant des caractéristiques spécifiques et possèdent une existence propre et indépendante
	Offrir une vision partagée du domaine d'application et de son SI support à la coordination et à la coopération des usagers.	Accent sur la conception d'applications logicielles support à la stratégie concurrentielle et aux processus de l'organisation	Intégrer les dimensions liées aux usagers (coopération entre eux ; utilisation des TI)
Alignement avec l'Environnement	Intégration des activités de l'entreprise avec celles de ses partenaires afin de faciliter la coopération et le partenariat.	Contributions à la modélisation et la description des entités de l'environnement ainsi que des processus dans lesquels elles interviennent.	Support pour l'identification des acteurs externes auprès des usagers et managers.
	Gérer et prendre en charge une grande multiplicité de profils	Modèles support à la description des besoins des usagers.	Support opérationnel permettant l'identification des profils et la description de leurs caractéristiques.
	Prendre en compte les nouvelles technologies pour rendre transparente l'hétérogénéité des ressources	Aucun moyen concret et explicite permettant l'intégration des différentes ressources du SI Technique.	Support à la veille technologique par la scrutation des environnements de conception, production et des TI.
Alignement avec les Evolutions	Prendre en compte la désynchronisation entre les évolutions des TI et des infrastructures techniques	L'alignement est traité d'un point de vue statique.	
	Prendre en compte les évolutions des différents métiers du domaine d'application.	Peu de prise en compte des états futurs (To-Be) et seulement pour les domaines de Business et des TI.	Support à l'élicitation des évolutions des composants organisationnels et technologiques des domaines d'application.

Tableau 6. Résumé de la mise en perspective des apports des approches d'alignement pour les SI Techniques

3.8 Problématique sous-jacente : l'alignement complet des SI Techniques / Vers le SAM Etendu

Compte tenu des paragraphes 3.6 et 3.7, nous montrons que les approches d'alignement existantes ne s'attachent, pour la plupart, qu'à l'alignement stratégique et partiellement à l'alignement avec l'environnement. De plus, pour les SI Techniques, il manque :

- Des modèles support facilitant l'alignement stratégique, i.e., prenant en compte l'alignement des composants du domaine d'application ; et les questions liées aux usagers (utilisation des TI, coopération).
- Des modèles support intégrant l'environnement à part entière, i.e., permettant l'intégration des activités de l'entreprise avec celles de ses partenaires ; de gérer une grande multiplicité de profils ; et de prendre en compte les nouvelles technologies.

- Des modèles support intégrant la dimension temporelle, i.e., permettant de répondre à la désynchronisation entre les évolutions des TI et celles des infrastructures techniques ; et de répondre aux évolutions de différents métiers liés à la conception et à la production
- Une démarche intégrant ces modèles pour réaliser l'alignement complet.

Nous proposons dans le chapitre 4 une extension du SAM qui consiste à détailler le domaine d'application. Cette extension permet :

- De faciliter l'alignement spécifique des SI Techniques avec la stratégie ;
- D'intégrer l'environnement à part entière.

Pour intégrer la dimension temporelle nécessaire à la prise en compte de l'alignement avec les évolutions nous proposons de mettre en œuvre le modèle « multi-écrans » (chapitre 5). Il s'agit d'un diagramme bidimensionnel qui permet de présenter une vision synthétique de la dynamique d'évolution des sous-systèmes de l'organisation à travers le temps.

Afin d'assurer un alignement complet des SI Techniques un couplage du SAM étendu et du modèle « multi-écrans » est proposé (chapitre 5). L'originalité de la démarche consiste à s'appuyer sur le modèle multi-écrans pour construire un SAM étendu du SI à concevoir qui intègre les évolutions à long terme.

Chapitre 4 : SAM Etendu

L'alignement stratégique des SI Techniques nécessite de prendre en compte les composants du domaine d'application (conception et production). Ces composants comportent des caractéristiques spécifiques et possèdent une existence propre et indépendante. Ainsi, ils ne peuvent pas être assimilés aux composants de domaines du Business ou des TI traités dans les approches d'alignement existantes. En outre, l'alignement stratégique de ce type de SI doit prendre en compte les questions relatives à la grande variété de points de vue des usagers.

En ce qui concerne l'alignement des SI Techniques avec l'environnement, il exige la formulation et l'implémentation des stratégies des domaines des TI, de la conception et de la production en réponse aux forces externes de l'environnement. En d'autres termes, ce point de vue d'alignement nécessite d'intégrer de nouveaux domaines à ceux impliqués de manière « classique » dans l'alignement stratégique. En effet, la vision « classique » de l'alignement stratégique des domaines des TI, de la conception ou de la production ne sont pas prises en compte. Cependant, l'importance de ces stratégies pour maintenir ou modifier la position de l'organisation dans l'environnement externe (sur le marché, par exemple) a été montrée dans plusieurs travaux (Berger et al. 1989, Hayes et Wheelwright 1984, Hill 1995, Marx et Hacklin 2005, Rothwell et al. 1983, Sheldon 2004).

Afin de combler ces manques, nous proposons d'exploiter et compléter les concepts proposés dans le Modèle d'Alignement Stratégique SAM (Henderson et Venkatraman 1993) (cf. Section 2.1.3). Nous choisissons de nous baser sur le SAM car ses principales caractéristiques sont intéressantes. En effet, il propose :

- De fournir des éléments conceptuels permettant de structurer les domaines nécessaires pour l'alignement avec la stratégie ainsi que de construire des séquences d'alignement entre ces domaines.
- De distinguer la perspective externe des TI (stratégie des TI) de son développement interne (infrastructure technologique et processus des SI). Le SAM élève les TI de leur rôle traditionnel de support aux activités de l'organisation, vers un rôle plus stratégique (Henderson et Venkatraman 1993). Dans ce sens, il aborde non seulement l'alignement stratégique mais fournit aussi les prémices pour aborder partiellement l'alignement avec l'environnement (en ce qui concerne les TI).

Ainsi, pour supporter l'alignement des SI Techniques avec la stratégie et avec l'environnement, nous proposons d'étendre le SAM par l'addition des domaines d'application spécifiques à ce type de SI, i.e. le domaine de conception et le domaine de production.

D'une part, les éléments conceptuels du SAM peuvent aider à structurer les composants des domaines de conception et de production ainsi qu'à construire les séquences d'alignement spécifiques pour les SI Techniques. D'autre part, la distinction entre la perspective externe (stratégique) et développement interne (structure) faite originellement pour le domaine des TI, peut également être utilisée pour les domaines de conception et de production afin de supporter l'alignement avec l'environnement de ces domaines.

Dans la suite de ce chapitre, nous réalisons une étude des extensions existantes du SAM afin de vérifier les apports potentiels de ces travaux à notre objectif. Ainsi, pour chaque extension étudiée, nous présentons la manière dont l'extension a été réalisée ainsi que ses caractéristiques et objectifs. Ensuite, nous proposons une démarche d'extension du SAM pour supporter l'alignement des SI Techniques avec la stratégie et avec l'environnement. Cette démarche consiste à détailler la structure du SAM et de ses éléments constitutifs afin de mettre en avant ses concepts. Ensuite, ces éléments sont exploités pour l'extension de la structure du SAM et des séquences d'alignement pour chaque domaine d'application (conception et production).

4.1 Extensions existantes du SAM

4.1.1 Le « Generic Framework »

Maes propose dans (Maes 1999) et (Maes et al. 2000) le « Generic Framework », un cadre générique qui cherche à séparer les enjeux liés à la gestion de l'information de ceux liés aux TI support, tout en donnant un rôle central à l'information. Ce cadre constitue une double extension du SAM originel :

- La première extension consiste à remplacer le niveau ou perspective interne (structure et processus) du SAM originel, par deux nouveaux niveaux : le niveau « structure » et le niveau « opérations » (cf. Figure 35). Le niveau structure, alloué au centre, joue le rôle de « pivot » entre la formulation à long terme de la vision stratégique (niveau stratégie) et la transformation à court terme des opérations de l'organisation (niveau opérations).
- La deuxième extension consiste à ajouter un nouveau domaine « information/communication » (I/C) au SAM originel. Ce domaine cherche à séparer les enjeux liés à la gestion de l'information des TI support, tout en donnant un rôle central à l'information (cf. Figure 35). L'hypothèse principale de cette extension est que l'utilisation et le partage de l'information, et non la livraison de celle-ci, peut constituer une source réelle d'avantage concurrentiel. Le partage de l'information, jouant le rôle d'« intermédiaire » entre le domaine du Business et le domaine des TI, accentue l'avantage de posséder la bonne information, au bon moment, pour l'entreprise. Cette nouvelle dimension verticale représente les aspects externes et internes de la gestion de l'information/communication au sein de l'organisation.

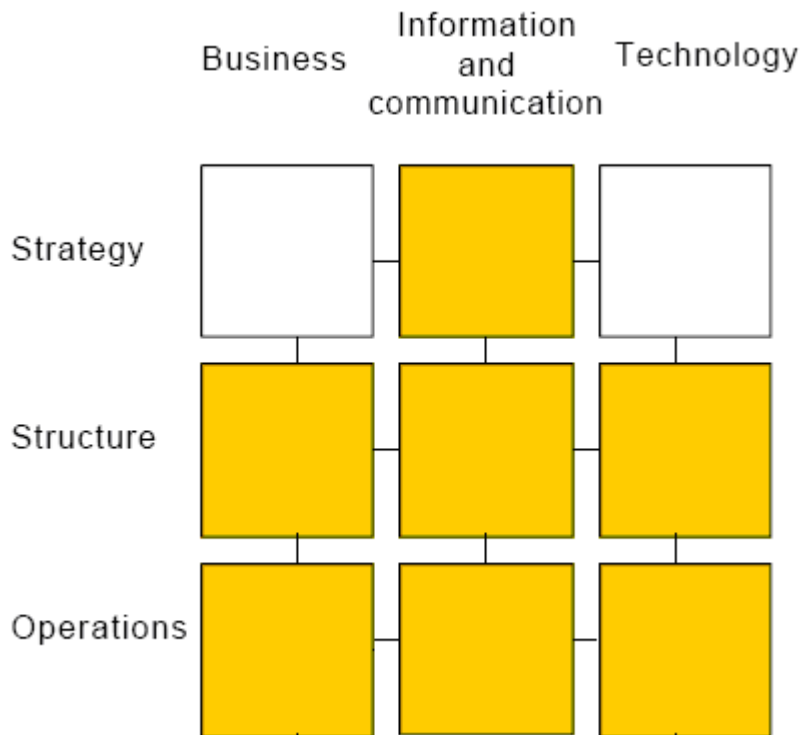


Figure 35. Le « generic framework » (adaptée de (Maes 1999))

Les seuls sous-domaines qui restent sans modification dans cette extension sont la stratégie concurrentielle et la stratégie des TI. Les autres sous-domaines comportent des composants modifiés par rapport à ceux proposés dans le SAM originel. La composition de ces sous-domaines est décrite ci-dessous :

Business :

Structure du Business :

- *Architecture du Business* : développement du modèle organisationnel, conception et détermination des « Business processes ».
- *Compétences du Business* : sélection et développement des compétences prometteuses dans le domaine du Business, développement de l'architecture stratégique de l'organisation.

Opérations du Business :

- *Processus de l'organisation* : décisions concernant la manière dont les activités et fonctions de gestion de l'entreprise doivent être réalisées.
- *Ressources humaines et compétences du Business* : décisions liées à l'acquisition, la formation, et le développement de la connaissance et des compétences des individus pour réaliser les activités de gestion de l'entreprise.

Information/Communication (I/C) :

Stratégie de l'Information/Communication (I/C) :

- *Périmètre de l'I/C*: formulation de la stratégie externe et interne de l'Information/Communication. Positionnement de l'organisation à l'aide de sa stratégie d'I/C.
- *Compétences principales de l'I/C*: identification des compétences différenciatrices liées à l'utilisation et au partage de l'information et des connaissances.
- *Gouvernance de l'I/C*: choix des partenaires pour l'acquisition de l'information.

Structure de l'Information/Communication (I/C) :

- *Architecture de l'I/C*: développement du modèle/architecture d'information, communication et connaissance de l'organisation, détermination et conception des processus d'I/C.
- *Compétences de l'I/C*: sélection et développement des compétences en information et communication, développement de l'infrastructure d'I/C.

Opérations de l'Information/Communication (I/C) :

- *Processus de l'I/C*: conception, amélioration et surveillance des processus d'I/C, modélisation de l'I/C.
- *Compétences individuelles en I/C*: acquisition, formation et développement de professionnels en I/C.

Technologies de l'Information (TI) :

Structure des TI :

- *Architecture technologique*: développement de l'architecture technologique de l'organisation (matériel (hardware), logiciel et communications).
- *Compétences technologiques*: sélection et développement des compétences prometteuses en TI.

Opérations des TI :

- *Processus des TI*: définition, amélioration, et surveillance des processus des TI (conception, évolution, contrôle, maintenance).
- *Compétences technologiques*: acquisition, formation et développement de la connaissance et des compétences des professionnels des TI.

4.1.2 L'« Integrated Architecture Framework » (IAF)

(Goedvolk et al. 2000) ont développé l'« Integrated Architecture Framework » (IAF) dont le principal but est d'intégrer la conception des architectures de l'entreprise et des TI. Ce cadre

garde les trois niveaux proposés par Maes, i.e. stratégie (renommé niveau conceptuel), structure (renommé niveau logique) et opérations (renommé niveau physique). Il améliore le « Generic Framework » de Maes de deux façons :

- D'abord, il développe les idées de Maes sur l'importance de l'information comme ressource stratégique, en divisant le domaine des TI en deux : le domaine du « Système d'Information » et le domaine de l'« infrastructure des TI ». Cette extension cherche à séparer les aspects liés à la modélisation du SI des aspects liés au développement et à l'implémentation des TI. Ainsi, d'une part, le domaine « Système d'Information » supporte l'analyse et la conception des applications (logiciel et données) conformant le SI. Ce domaine se concentre sur le rôle des applications dans la réalisation des processus métier. D'autre part, le domaine « infrastructure des TI » traite des aspects liés aux infrastructures technologiques de développement, implémentation, maintenance et surveillance du SI. (cf. Figure 36).
- Deuxièmement, il ajoute une troisième dimension au modèle structurée en deux aspects : la gouvernance et la sécurité. L'aspect « gouvernance » cherche à intégrer les enjeux liés à la gouvernance (défini originellement dans le SAM seulement au niveau externe) à tous les niveaux du cadre. L'aspect « sécurité » est également intégré dans tous les 4 domaines et à tous les niveaux (cf. Figure 36).

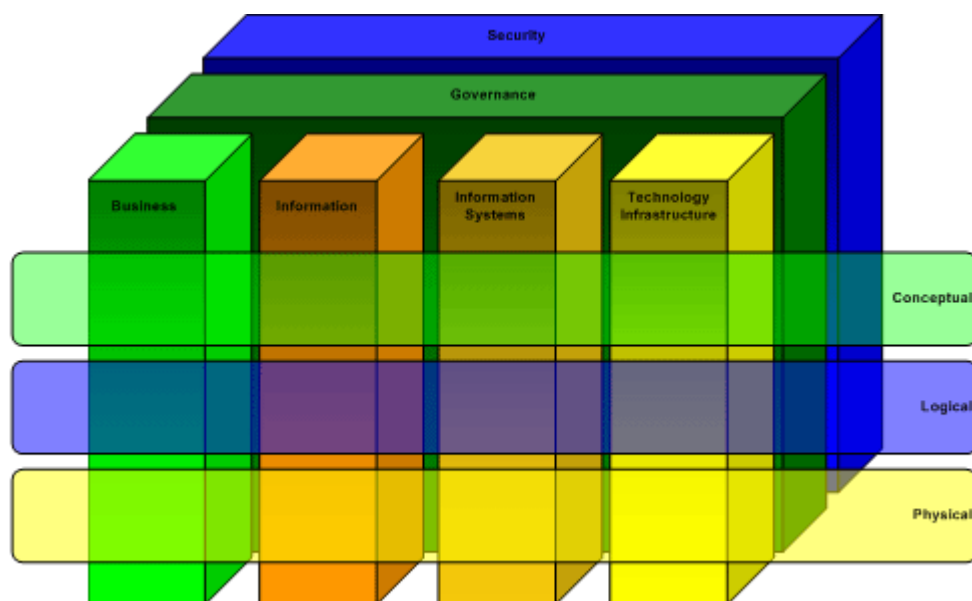


Figure 36. Le « Integrated Architecture Framework » (IAF) (adaptée de MSDN Architecture Center)

Ce cadre ne détaille ni les caractéristiques ni la composition interne des dimensions, domaines ou niveaux. Il a été mis en œuvre au cours de plusieurs projets d'intégration d'architecture d'entreprise et des TI dans plusieurs secteurs industriels (logiciel, télécommunications, automobile, énergie, manufacturier, etc.) par le groupe de consulting et outsourcing CapGemini.

4.1.3 Le Modèle d'Alignement Stratégique pour la Gestion des Connaissances (KMSAM)

Le Modèle d'Alignement Stratégique pour la gestion des connaissances (*KMSAM – Knowledge Management Strategic Alignment Model*) (Sun et Chen 2008) est une extension du SAM originel, résultat d'une étude réalisée par les auteurs sur l'importance de l'alignement entre les stratégies concurrentielle, de la Gestion des Connaissances et des TI. Selon cette étude, l'alignement de ces trois stratégies peut conduire à améliorer la performance de la gestion des connaissances et celle de l'organisation en général.

L'extension réalisée pour construire le KMSAM consiste à :

- Ajouter un nouveau domaine externe au SAM originel, i.e., la stratégie de gestion de connaissances.
- Ajouter deux séquences d'alignement entre ce nouveau domaine externe (stratégie de gestion de connaissances) et les deux domaines externes définis originellement dans le SAM (stratégie concurrentielle et stratégie des TI).

La nature du domaine externe ajouté n'est pas détaillée. De plus, le niveau interne de la gestion de connaissances n'est pas défini dans ce travail (cf. Figure 37).

L'interprétation de deux séquences d'alignement, dont le but est d'améliorer l'efficacité de la gestion des connaissances et donc la performance de l'organisation, est décrite comme suit :

- D'une part, l'alignement entre la stratégie des TI et la stratégie de Gestion des Connaissances est interprété par les auteurs comme le choix des TI support au stockage des connaissances et à la création des réseaux de connaissances. Les auteurs argumentent que cet alignement peut avoir un impact direct sur l'efficacité de la gestion des connaissances.
- D'autre part, l'alignement entre la stratégie concurrentielle, la stratégie des TI et la stratégie de Gestion de Connaissances est interprété comme le développement de ressources de connaissances (modèles, réseaux) permettant d'articuler l'implémentation de la stratégie concurrentielle au sein de l'organisation, tout en s'appuyant sur les TI appropriées. Les auteurs argumentent que cet alignement peut avoir un impact direct sur la performance de l'organisation.

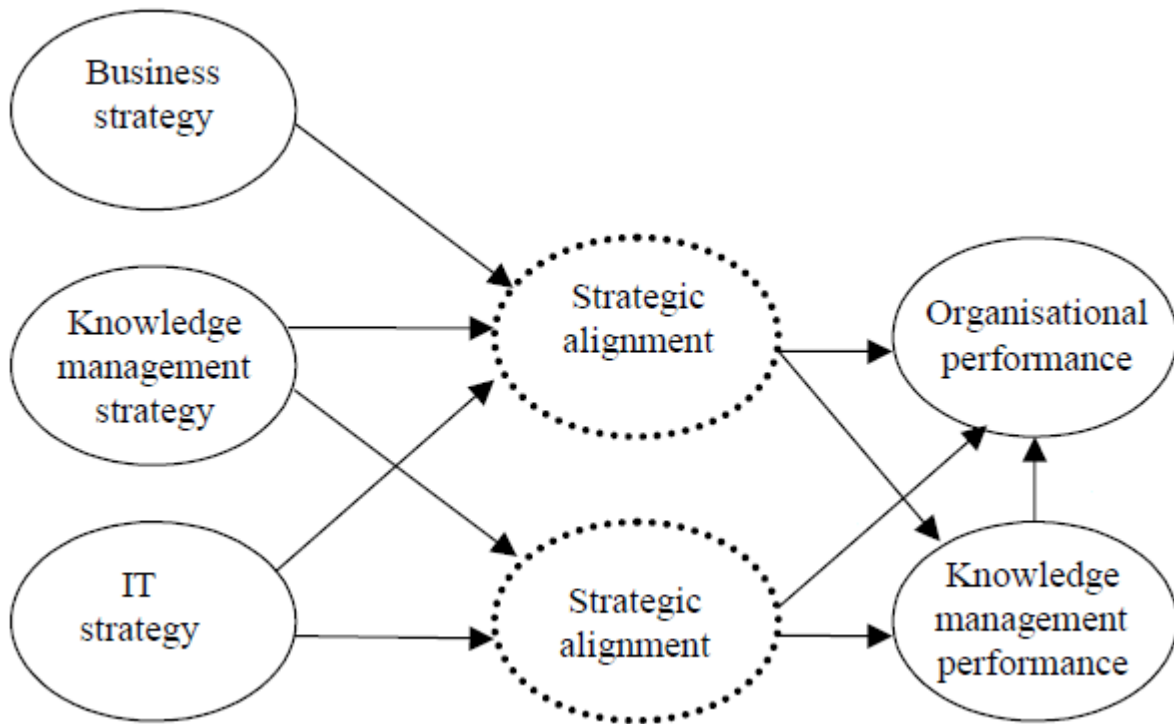


Figure 37. Le modèle d'Alignement Stratégique pour la Gestion de Connaissances – KMSAM (adaptée de (Sun et Chen 2008))

4.1.4 Vers une extension du SAM pour l'alignement des SI Techniques

Les travaux étudiés précédemment ont cherché à faire une extension au SAM originel en ajoutant de nouveaux (elles) :

- Domaines organisationnels ;
- Niveaux ou perspectives ;
- Dimensions.

Les travaux ajoutant de nouveaux domaines organisationnels (Goedvolk et al. 2000, Maes 1999, Sun et Chen 2008) ont cherché à donner un rôle plus stratégique à ces domaines afin de profiter de leurs caractéristiques pour améliorer la performance de l'organisation ou renforcer le positionnement de celle-ci sur le marché.

Les travaux ajoutant de nouveaux niveaux ou perspectives au SAM originel (Maes 1999, Sun et Chen 2008) ont cherché à synchroniser les objectifs stratégiques placés au niveau externe, généralement définis à long terme, et le déploiement de ressources placées au niveau interne, généralement réalisé sur le moyen/court terme.

Le seul travail ayant ajouté une nouvelle dimension, l'IAF (Goedvolk et al. 2000), cherche à intégrer les enjeux liés à la « gouvernance » et à la « sécurité » à l'ensemble des sous-

domaines des 4 domaines proposés (Business, Information, Système d'Information et Infrastructure des TI) dans ce cadre.

Cependant, ces travaux d'extension ne détaillent ni la nature ni la composition des dimensions, domaines ou niveaux ajoutés. En effet, le seul à fournir une description des composants constituant les domaines ajoutés aux différents niveaux est le « unified framework ». Cependant cette description reste assez globale et ne détaille pas de manière spécifique les décisions et les activités relatives à chaque domaine.

De plus, ces travaux d'extension, à l'exception du KMSAM, ne proposent pas de séquences d'alignement permettant l'intégration effective des nouveaux domaines à ceux déjà existants dans le SAM originel. Le KMSAM propose deux séquences d'alignement pour l'intégration des stratégies concurrentielle, de Gestion des Connaissances et des TI. Cependant, ces séquences d'alignement ne supportent pas l'implémentation et l'exécution de ces stratégies car le niveau interne n'est pas pris en compte.

Ainsi, afin de supporter l'alignement complet des SI Techniques, jusqu'à sa conception, nous proposons de :

- Réaliser une analyse de la structure du SAM originelle et des séquences d'alignement originelles à fin de repérer leurs principes de construction.
- Etendre ces principes de construction afin de fournir des éléments conceptuels permettant la définition :
 - de domaines organisationnels supplémentaires, et
 - de séquences d'alignement étendues entre l'ensemble de ces domaines.

4.2 Démarche d'extension choisie

La démarche d'extension du SAM que nous proposons consiste à (i) étendre la structure du SAM originelle et à (ii) mettre à jour les séquences d'alignement potentielles entre l'ensemble des domaines (cf. Figure 38). Dans les deux paragraphes suivants nous détaillons ces deux activités.

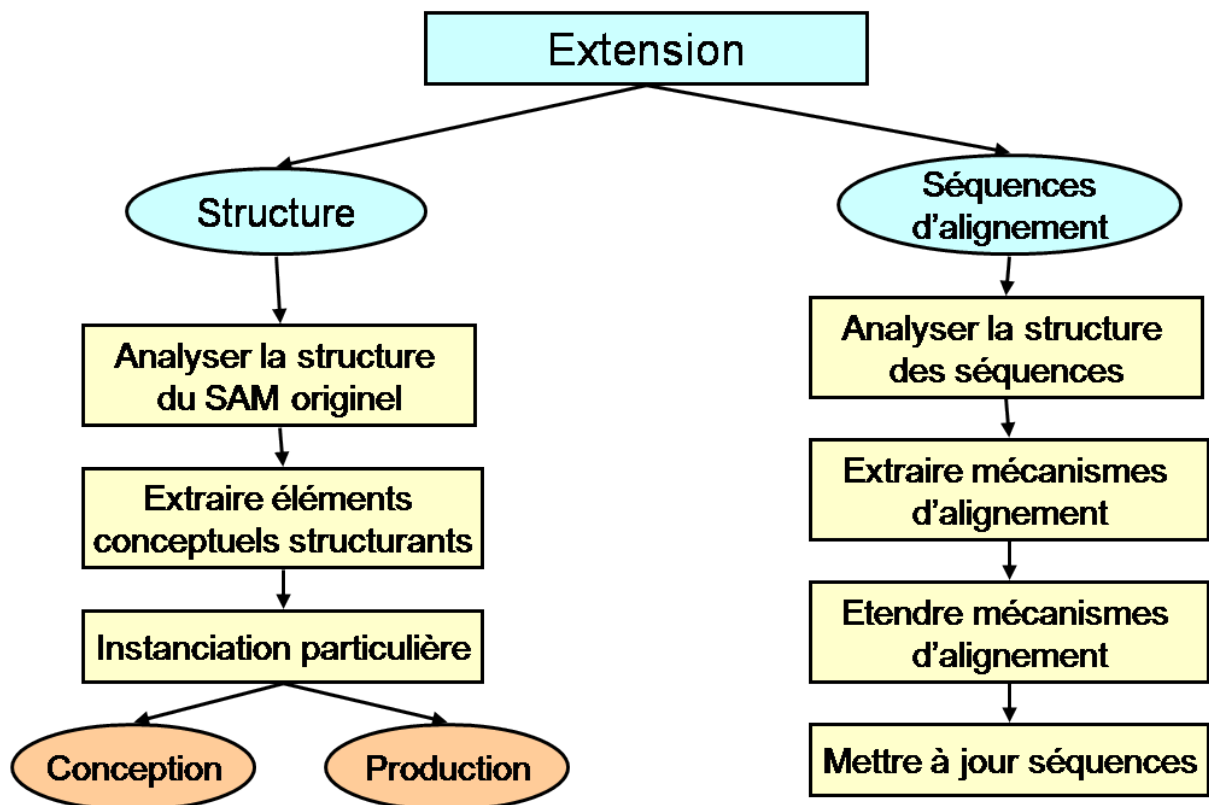


Figure 38. Démarche d'extension du SAM

4.2.1 Extension de la structure du SAM

Nous proposons d'étendre la structure du SAM originel en y ajoutant le domaine d'application, à savoir, conception et production. Afin de construire la structure du domaine d'application, nous proposons :

- d'analyser la structure du SAM originel et d'y extraire les éléments conceptuels qui la conforment ;
- d'exploiter ces éléments afin de dériver la structure du domaine d'application par analogie de concepts.

En effet, le SAM originel établit une distinction entre les niveaux externe et interne, nous proposons la même pour le domaine d'application, à savoir, le niveau externe (stratégie) et sa configuration interne (infrastructure et processus). De manière similaire, chaque niveau du domaine d'application est composé de trois composants : périmètre, compétences et gouvernance au niveau externe ; infrastructure, compétences et connaissances, et processus au niveau interne (cf. Figure 39) (Avila et al. 2008c).

Pour procéder à l'instanciation de chaque composant aux domaines de conception et de production, nous proposons d'exploiter les principaux travaux de recherche dans ces domaines. Nous proposons d'exploiter, plus spécifiquement, l'ensemble de décisions qui permettent à une organisation de définir une stratégie et une infrastructure de conception et de

production. Ainsi, nous proposons de faire un mapping de cet ensemble de décisions aux composants structurant les niveaux externe et interne du SAM étendu.

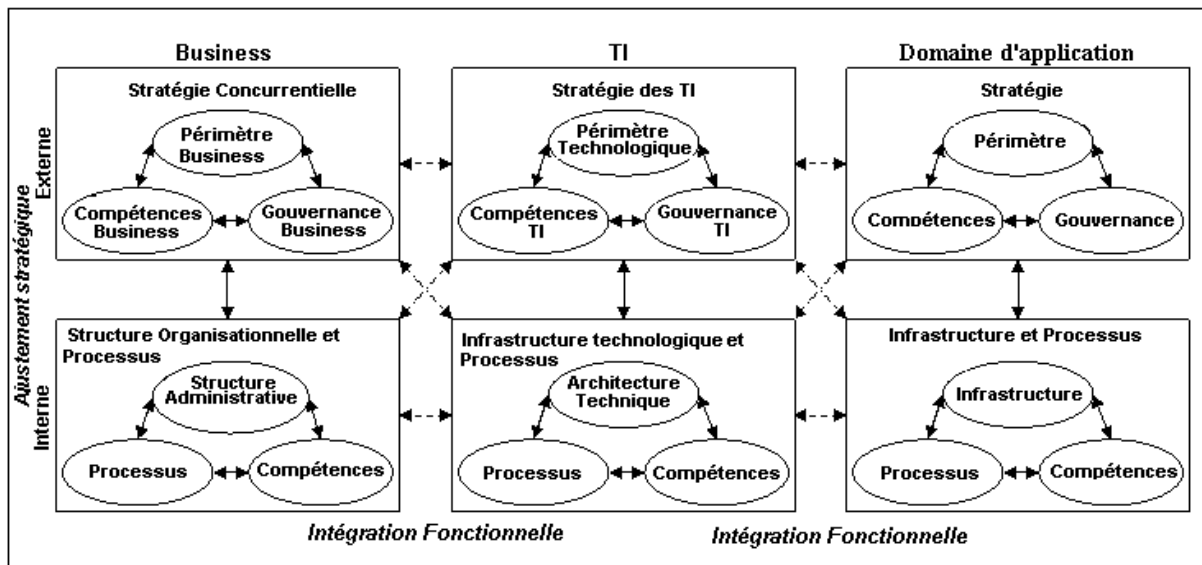


Figure 39. SAM étendu (Avila et al. 2008b)

4.2.2 Mise à jour des séquences

Henderson et Venkatraman basent la notion d'alignement sur l'analyse des relations potentielles entre domaines. Ils montrent qu'une brique unique d'alignement (soit ajustement stratégique ou intégration fonctionnelle) est insuffisante pour aligner effectivement une organisation. Ainsi, ils proposent d'enchaîner ces briques de différentes manières (séquences d'alignement) pour aligner ces domaines. Afin de mettre à jour l'ensemble de séquences d'alignement potentielles pour le SAM étendu, nous proposons :

- (i) d'analyser les éléments conceptuels structurant les séquences d'alignement originelles,
- (ii) d'extraire les mécanismes d'alignement sous-jacents,
- (iii) d'étendre ces mécanismes d'alignement et
- (iv) de les exploiter pour construire de nouvelles séquences d'alignement pour les SI Techniques.

4.3 Extension de la structure du SAM

Comment nous l'avons montré dans le paragraphe 2.1.3, un domaine du SAM est structuré grâce à des niveaux et à des composants. Les éléments niveaux/composants ne sont pas du même ordre que l'élément domaine (cf. Figure 40).

Ainsi, le SAM originel est structuré en trois classes d'éléments différents (cf. Figure 40), à savoir :

- *Les Domaines* : Business et Technologies de l'Information (TI sur le diagramme de classes) ;
- *Les Perspectives ou Niveaux* (qui subdivisent chaque domaine) : externe (stratégie) et interne (infrastructure et processus);
- *Les Composants* (qui structurent et caractérisent chaque niveau) : périmètre, compétences et gouvernance pour le niveau externe ; infrastructure, compétences et connaissances, et processus pour le niveau interne.

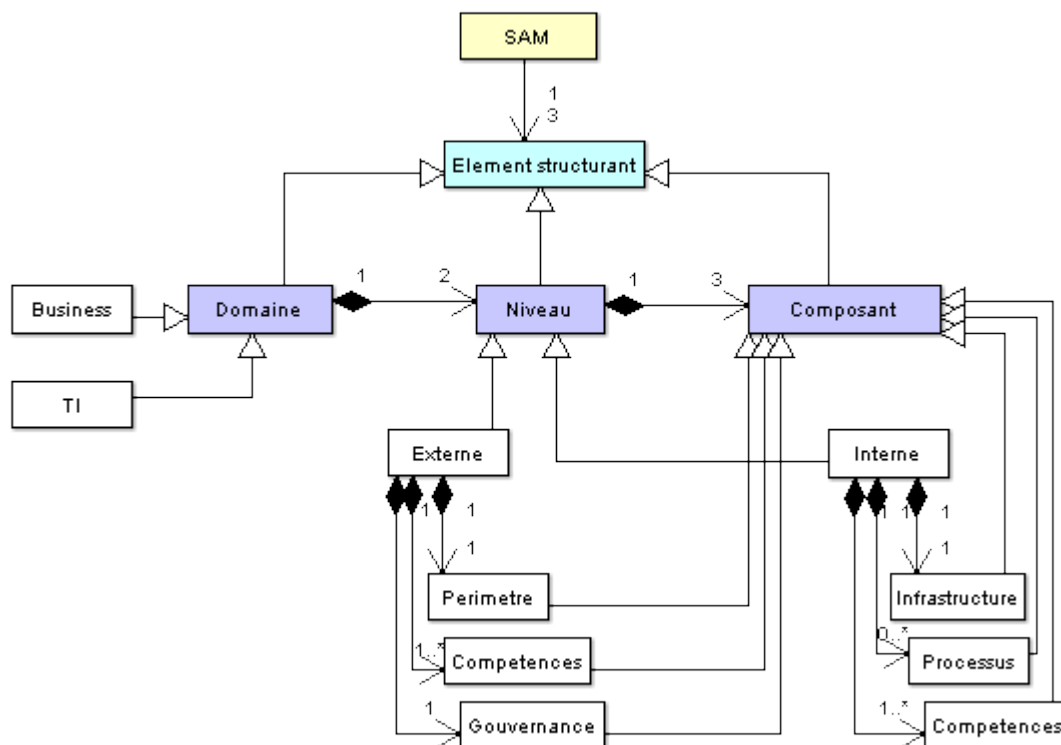


Figure 40. Diagramme de classes des éléments de la structure du SAM

Nous proposons d'utiliser la même structure pour le domaine d'application, à savoir, de le diviser dans un niveau externe (stratégie) et dans un niveau interne (infrastructure et processus). De manière similaire, chaque niveau du domaine d'application est composé de trois composants : périmètre, compétences et gouvernance au niveau externe ; infrastructure, compétences et connaissances, et processus au niveau interne. Afin d'instancier chaque composant, nous faisons appel aux travaux du domaine d'application (conception et production) et réalisons un mapping de concepts.

4.3.1 Définition des composants du domaine de conception

Etat de l'art :

Le domaine de conception concerne l'ensemble des décisions et des activités qui permettent à l'organisation de définir les principales caractéristiques physiques, de composition, de fonctionnalité et de qualité de ses produits.

De nombreuses recherches argumentent que la formulation d'une stratégie de conception de produit peut jouer un rôle clé dans l'acquisition d'avantages concurrentiels, (Berger et al. 1989, Marxt et Hacklin 2005, Rothwell et al. 1983, Sheldon 2004). (Gemser et Leenders 2001) ont indiqué qu'une stratégie de conception et de développement de nouveaux produits peut aider à améliorer la compétitivité des entreprises.

Pour formaliser le domaine de conception, nous proposons d'exploiter les travaux traitant de la stratégie, des pratiques et des méthodes de ce domaine (Cross 1989, Hsu 2006, Stoll 1999). L'ensemble des décisions les plus répandues dans ces travaux incluent les sujets suivants :

- *Caractéristiques des produits* : définition des principales caractéristiques des produits telles que :
 - *Structure* : configuration externe (taille, dimensions, forme, esthétique) et interne (niveaux de standardisation et de modularité des composants) du produit.
 - *Fonctionnalité* : définition des fonctions du produit et des sous-fonctions des composants.
 - *Performance* : définition des attributs de performance des produits conçus (poids, bruit, consommation d'énergie, etc.).
 - *Qualité externe* : définition du niveau de qualité à atteindre pour remplir les exigences du client. Celle-ci est composée de trois modules :
 - Qualité du concept : esthétique, ergonomie, style ;
 - Qualité « d'appropriation » (ownership) : disponibilité, fiabilité, maintenabilité ;
 - Qualité de coût opérationnel : durabilité, efficacité, sécurité d'utilisation.
- *Intégration Technologique* : choix des nouvelles technologies de conception (Conception Assistée par Ordinateur CAO), prototypage rapide, simulation de calcul de structure), appropriation des technologies par les concepteurs.
- *Partenariat en conception* : sous-traitance, partenariat en conception.
- *Ressources humaines et compétences individuelles* : niveaux de compétences requises en conception, formation, etc.
- *Organisation de la structure (organigramme) de conception* : définition de l'organigramme, organisation des postes de travail.

- *Compétences en Conception* : compétences de l'organisation permettant de traiter des exigences spécifiques du client : conception de produits personnalisés (*custom-product design*), conception de produits de série (*mass-product design*), conception de produits modulaires (*modular-product design*), conception innovante (*innovative design*).
- *Planification et processus de conception* : procédures, activités et techniques qui définissent le processus de conception de produit.
- *Politiques de conception* : directives de conception définies au cours des étapes préliminaires de conception produit. Elles peuvent être orientées :
 - *Compétitivité/Rentabilité* : ces directives cherchent à augmenter le niveau de demande en produits, leur prix de vente ou à réduire le coût total de fabrication afin de maximiser le profit. C'est le cas des stratégies "*Design to X*" (*Design to Quality*, *Design to Cost*, *Design to Time*, etc.).
 - *Cycle de vie de produit* : ces directives, du type "*Design for X*", cherchent à faciliter certaines phases du cycle de vie de produit : *Design for manufacturing*, *Design for assembly*, *Design for testing*, *Design for use*, etc.

Les décisions du domaine de conception dépendent en grande partie des choix et des activités du marketing et de la production. En effet, les produits doivent être définis de manière à satisfaire les besoins du client et ce en harmonie avec les stratégies et infrastructures de production de l'entreprise. Ainsi, la stratégie et le développement interne du domaine de conception doivent être définis en fonction des contraintes de ces domaines. Par exemple, dans une organisation donnée la stratégie de conception pour une famille de produits sera formulée de manière à ce que ces produits puissent être assemblés en utilisant une certaine méthode de production maîtrisée par l'entreprise.

Afin de décrire le domaine de conception, nous proposons d'assigner ces ensembles de décisions aux composants structurant les niveaux externe et interne du domaine de conception du SAM étendu.

Mapping aux composants du domaine de conception du SAM étendu :

Par analogie avec les composants structurant le SAM originel, une partie des catégories de décisions peuvent être facilement attribuées à un composant du niveau externe ou interne. Néanmoins, la correspondance avec d'autres décisions peut s'avérer plus complexe car elles impliquent des aspects appartenant simultanément au niveau externe et au niveau interne. Dans ce cas, nous avons choisi de classer une partie de ces aspects au niveau externe, pour ne pas manquer un impact potentiel sur d'autres domaines, alors que d'autres ont été classés au niveau interne, afin de structurer le domaine.

- L'ensemble de décisions « *caractéristiques des produits* » aborde des questions relatives à la forme externe, structure interne, performance, qualité du produit. Ce sont des

caractéristiques distinctives qui font que le produit est perçu par le client comme de bonne qualité, pas cher, exclusif, etc. Ces caractéristiques peuvent ainsi affecter le niveau demande du produit et son prix de vente. L'ensemble de décisions « caractéristiques des produits » est ainsi en relation directe avec le marché. C'est pourquoi nous proposons de le classer au niveau externe ou stratégique, plus spécifiquement, au niveau du composant « périmètre en conception » du SAM étendu.

- L'ensemble de décisions « *intégration technologique* » concerne le choix de nouvelles technologies de conception, (telles que la CAO, le Product Life-cycle Management (PLM) etc.), les plus adaptées à l'organisation. Elles pourraient renforcer les compétences distinctives de l'organisation impactant la stratégie concurrentielle. C'est pourquoi cet ensemble de décisions comporte des aspects qui peuvent être placés au niveau stratégique, au niveau du composant « périmètre de conception ». Cependant, cet ensemble de décisions concerne également l'intégration de ces technologies au sein du processus de conception de produit. Celle-ci consiste en l'appropriation de ces technologies par les concepteurs de l'équipe de conception. Ces technologies, principalement les applications de conception et simulation assistées par ordinateur, ont une large gamme de possibilités et une certaine complexité d'utilisation ce qui implique des longues sessions d'entraînement pour les maîtriser. Sous cet angle, une partie de ces décisions peut être classée au niveau structurel ou interne, spécifiquement, au niveau du composant « ressources humaines en conception ».
- L'ensemble de décisions « *partenariat en conception* » concerne des questions relatives aux politiques de sous-traitance ou de partenariat avec des entreprises de l'environnement externe afin d'obtenir les compétences nécessaires à la conception des produits fournis par l'entreprise. Le partenariat avec des entreprises ayant une expertise en conception peut, par exemple, rendre plus faible le coût d'intervention ou réduire le délai d'introduction de nouveaux produits ou d'amélioration des caractéristiques des produits existants. Ces décisions comportent des aspects qui sont en relation directe avec l'environnement de l'entreprise et peuvent être ainsi assignés au niveau du composant « gouvernance de la conception », au niveau externe du domaine de conception du SAM étendu.
- La catégorie de décisions « *ressources humaines de conception* » concerne le choix des ressources humaines nécessaires à la réalisation des processus de conception. Des questions relatives à la motivation et compensation, investissement en capital humain, et définition des rôles et des niveaux de compétences pour le domaine de conception y sont traitées. Les éléments de cet ensemble de décisions sont en correspondance avec les caractéristiques du composant interne « compétences et connaissances en conception » du SAM étendu.

- L'ensemble de décisions « *organisation de la structure de conception* » concerne des questions relatives à la définition de l'organigramme du département de conception ainsi qu'à l'organisation des postes de travail. Des exemples de structure organisationnelle sont : organisation matricielle, organisation par facilitation, organisation par coordination, structure « commando » ou projet de type « Task force ». Par exemple, pour un projet de conception spécifique, l'organisation par facilitation est utilisée lorsque l'équipe projet est transversale. Un « facilitateur » est choisi parmi les intervenants dans le projet. Son principal rôle est de favoriser les échanges d'information entre métiers et de proposer des suggestions aux différents intervenants. Par analogie de concepts, nous proposons de classer cet ensemble de décisions au niveau du composant interne « structure de conception » du SAM étendu.
- L'ensemble de décisions « *compétences en conception* » aborde des questions liées aux compétences en conception de l'organisation telles que custom product design, mass product design, modular design, innovative design qui permettent de traiter des exigences spécifiques du client. Ces compétences sont décisives pour déterminer les caractéristiques du produits à concevoir ainsi que le segment de marché cible de l'entreprise. Par exemple, une entreprise concevant des produits avec un haut degré de personnalisation, aura une grande tendance à produire des produits comportant des caractéristiques très spécifiques et une grande valeur ajoutée pour un groupe réduit de clients. Cet ensemble de décisions est en lien directe avec le marché. Par conséquent, nous proposons de le classer au niveau stratégique, plus spécifiquement, au niveau du composant « compétences de conception » du SAM étendu.
- L'ensemble de décisions « *planification et processus de conception* » concerne le choix de procédures, activités et techniques qui définissent le processus de conception de produit de l'entreprise. Ces processus sont exécutés par les professionnels en conception de l'organisation. Le choix et la formalisation de ces processus fait partie de la structuration interne du département de conception. Par analogie de concepts, nous proposons de classer cet ensemble de décisions au niveau du composant interne « processus de conception » du domaine de conception.
- L'ensemble de décisions « *politiques de conception* » établissent les directives et règles de conception de produit consistant à (i) augmenter la *Compétitivité/Rentabilité* de l'entreprise et à (ii) faciliter les étapes du *Cycle de vie du produit*. D'une part, les directives orientées augmentation de la *Compétitivité/Rentabilité* sont souvent regroupées dans les stratégies de conception « *Design to X* » (*Design to Quality, Design to Cost, Design to Time, etc*). Elles cherchent à maximiser le profit par l'augmentation de la demande en produits, l'augmentation du prix de vente ou la réduction des coûts directs et

indirects de fabrication. Par exemple, la stratégie *design to Time* comporte l'ensemble de règles de conception qui cherchent à réduire le temps d'introduction d'un nouveau produit ou le temps de réponse au client de la commande à la livraison du produit. D'autre part, les directives consistant à faciliter les étapes *du Cycle de vie du produit* sont regroupées sous les stratégies de conception nommées « *Design for X* » (*Design for manufacturing, Design for Assembly, Design for Testing, Design for Use, etc.*). Ces directives cherchent à faciliter certaines phases du cycle de vie du produit telles que la fabrication, l'assemblage, le test, l'usage, etc. Par exemple, la stratégie *Design for Use* comporte l'ensemble de directives de conception qui cherchent à définir les caractéristiques d'ergonomie et d'usage du produit de manière à rendre son utilisation plus facile pour le client. Les « politiques de conception », permettant d'augmenter la Compétitivité/Rentabilité ou de faciliter les étapes du cycle de vie du produit, peuvent avoir un impact direct sur le niveau de satisfaction du client. C'est pourquoi nous proposons de classer cet ensemble de décisions au niveau externe ou stratégique, plus spécifiquement, au niveau du composant « gouvernance de conception » du SAM étendu.

A partir de l'analyse précédente, le mapping entre les ensembles de décisions de conception et les composants correspondant du domaine de conception du SAM étendu a été formalisé sous forme d'un diagramme de classes (cf. Figure 41).

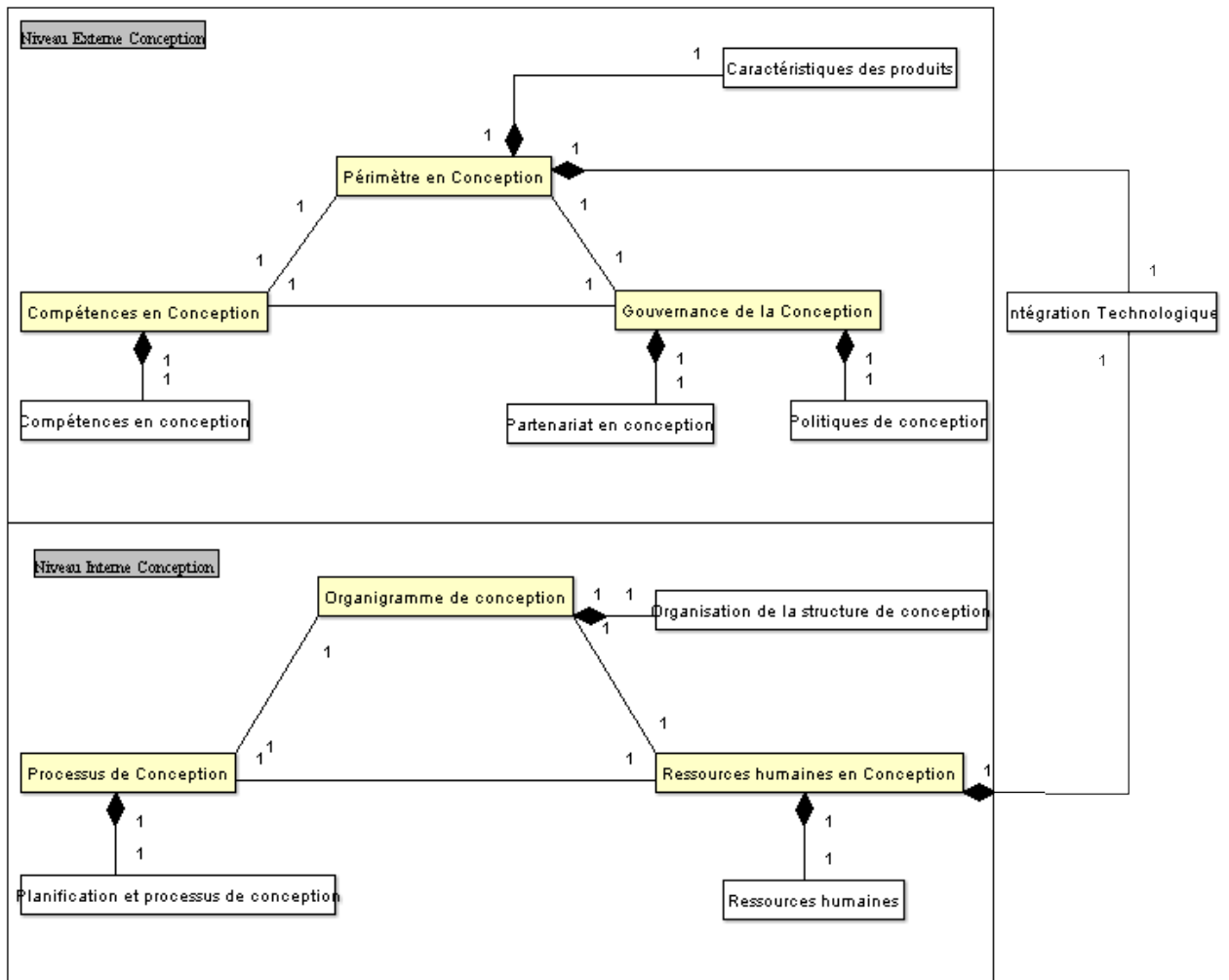


Figure 41. Diagramme de classes décrivant l'assignation des ensembles de décision de conception aux composants du domaine de conception du SAM étendu.

4.3.1.1 Composants externes ou stratégiques du domaine de conception

À partir de la classification précédente, les composants qui définissent le niveau externe du domaine de conception, appelé également stratégie de conception, peuvent être définis comme suit :

- *Périmètre de conception* : ce composant consiste en deux types de choix : (i) caractéristiques du produit répondant à des besoins spécifiques des clients d'un segment du marché ; (ii) nouvelles technologies de conception qui peuvent supporter la stratégie concurrentielle et être un facteur déterminant pour procurer des avantages concurrentiels.
- *Compétences en conception* : il s'agit des compétences et connaissances en conception permettant de traiter les exigences spécifiques du client (custom product design, modular desing, etc) qui pourraient contribuer à la création d'un avantage concurrentiel.
- *Gouvernance de la conception* : ce composant consiste en deux types de choix : (i) politiques de conception, définies par les cadre directifs en conception, qui cherchent à augmenter la compétitive/rentabilité de l'entreprise ou à faciliter le développement des

phases du cycle de vie de produit ; (ii) partenariat et sous-traitance des étapes de conception produit. Ces décisions incluent des relations avec d'autres organisations pour la conception de composants afin d'obtenir les compétences de conception nécessaires.

4.3.1.2 Composants internes ou structurels du domaine de conception

De même que précédemment, les composants qui définissent le niveau interne du domaine de conception, appelé également structure et processus de conception, ont été définis de la manière suivante :

- *Organigramme ou structure de conception* : décisions qui définissent la structure organisationnelle du département de conception, l'organisation des postes de travail. Des exemples de structure organisationnelle sont : organisation matricielle, organisation par facilitation, organisation par coordination ou structure « commando ».
- *Processus de conception* : décisions liées au choix des procédures, activités et techniques qui définissent le processus de conception produit, telles que les méthodes créatives (brainstorming, synectics method, etc.) et les méthodes rationnelles (préconisant une approche de conception en équipe avec des étapes bien définies).
- *Compétences et connaissances en conception* : ce composant consiste en deux types de choix : (i) décisions concernant l'acquisition, la formation, et le développement des connaissances et des compétences requises pour la conception des produits de l'entreprise ; (ii) acquisition de compétences par l'équipe de concepteurs en matière de nouvelles technologies de conception.

Les composants du domaine de conception du SAM étendu sont représentés par des paquetages de classes qui regroupent et classent les catégories de décisions (cf. Figure 42). Les dépendances globales entre les composants sont représentées par des flèches en pointillées.

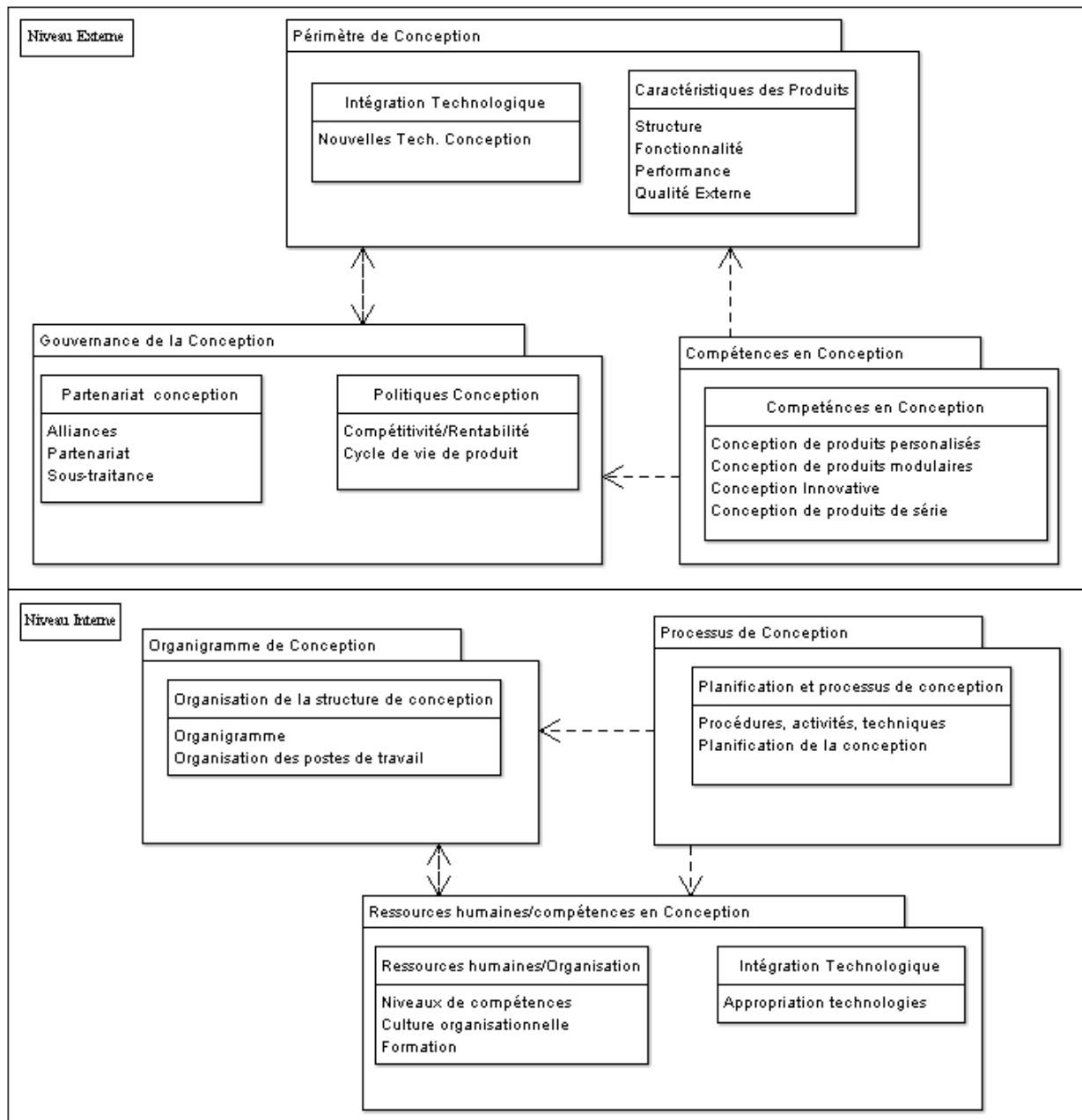


Figure 42. Diagramme de classes décrivant l'assignation des ensembles de décision de conception aux composants du domaine de conception du SAM étendu.

Nous présentons dans la Figure 43 une vision globale de l'ensemble de composants du SAM étendu pour le domaine de conception.

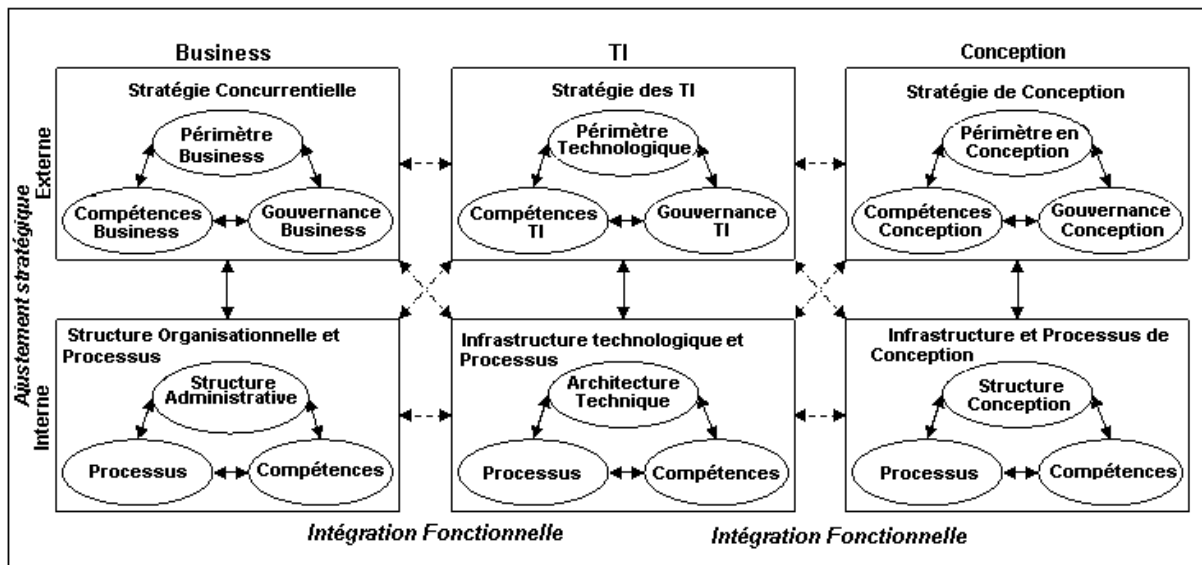


Figure 43. SAM étendu pour le domaine de conception

4.3.2 Définition des composants du domaine de production

Etat de l'art :

Pour formaliser le domaine de production, nous proposons d'exploiter les travaux traitant de la stratégie de production comme ceux de (Hayes et Wheelwright 1984, Hill 1995). Dans ces travaux, la stratégie de production est définie comme un ensemble de décisions qui, à travers le temps, permet à une organisation de mettre en place une infrastructure et des possibilités spécifiques de production. A cause de la diversité des décisions qui doivent être prises, plusieurs frameworks tels que ceux de (Fine et Hax 1984, Hayes et Wheelwright 1984, Skinner 1985) ont été proposés. Il regroupe ces décisions en catégories et permettent d'identifier et de planifier la stratégie de production. Les catégories de décision les plus répandues dans ces travaux incluent les sujets suivants :

- *Capacité de production* : volume, différenciation de produits ;
- *Installations* : taille, localisation, spécialisation ;
- Types et caractéristiques des produits : forme externe, composants internes ;
- *Technologie* : choix des types de technologies, degré d'automatisation, etc.;
- *Intégration verticale* : production vs achat, partenariat, intégration en amont, aval;
- *Ressources humaines / organisation* : niveaux de compétences, culture organisationnelle, formation etc. ;
- *Contrôle de la qualité* : prévention des défauts, surveillance, etc. ;

- *Planification et processus de production* : processus de fabrication, surveillance, contrôle qualité.

En suivant la démarche d'extension du SAM (déjà appliquée pour le domaine de conception), pour le domaine de production, nous proposons d'assigner ces catégories de décisions aux composants structurant les niveaux externe et interne de ce domaine afin de le décrire.

Mapping aux composants du domaine de production du SAM étendu :

Par analogie avec les composants structurant le SAM originel, une partie des catégories de décisions peuvent être facilement attribuées à un composant du niveau externe ou interne. Néanmoins, la correspondance avec d'autres catégories peut s'avérer plus complexe car elles impliquent des aspects appartenant simultanément au niveau externe et au niveau interne. Dans ce cas, nous avons choisi de classer une partie de ces aspects au niveau externe, pour ne pas manquer un impact potentiel sur d'autres domaines, alors que d'autres ont été classés au niveau interne, afin de structurer le domaine.

- La catégorie de décisions « *ressources humaines/organisation* » aborde des questions relatives à : la motivation, la rémunération, l'investissement en capital humain, et la définition des rôles et des niveaux de compétences dans le domaine de production. Ces éléments sont en parfaite cohérence avec les caractéristiques du composant interne « *compétences et connaissances en production* » du SAM étendu.
- L'ensemble de décisions « *types et caractéristiques des produits* » aborde des questions relatives aux caractéristiques du produit (complexité de la structure interne et forme externe, fréquence d'introduction et variété des produits) ayant des impacts sur la capacité de production ainsi que sur la configuration de l'infrastructure technique et des processus de production. Ces caractéristiques peuvent impacter le niveau de demande du produit. C'est pourquoi nous proposons de classer cet ensemble de décisions au niveau externe ou stratégique, plus spécifiquement, au niveau du composant « *périmètre de production* » du SAM étendu.
- La catégorie de décisions « *capacité de production* » est liée à la détermination de la capacité de production de l'organisation (volume de production) ainsi qu'aux compétences de production permettant de fabriquer des produits différents de ceux de ses concurrents. Cette capacité est décisive pour déterminer les caractéristiques des produits durant la phase de conception. Ainsi, nous proposons de le classer au niveau stratégique, plus spécifiquement, au niveau du composant « *compétences de production* » du domaine de production du SAM étendu.
- La catégorie de décisions « *installations* » aborde des questions relatives aux caractéristiques des réseaux d'usines ou d'installations de production telles que :

- *Capacité physique*: elle concerne la définition de l'espace nécessaire aux installations pour les activités de production. Elle peut être calculée par rapport au nombre de mètres carrés par employé, par exemple.
- *Localisation géographique* : les décisions sur la localisation géographique des installations sont importantes lorsque les coûts de transport constituent une proportion significative du coût total des produits ou lorsque la proximité aux clients et marchés est un facteur clé d'avantage concurrentiel.
- *Spécialisation fonctionnelle*: il s'agit des décisions concernant la répartition des différentes activités de production (fabrication de composants, assemblage, etc.) entre les différentes installations de l'entreprise.

Cette catégorie de décisions a un caractère structural pour l'organisation, nous proposons de la classer au niveau interne, plus spécifiquement, au niveau du composant « infrastructure de production » du domaine de production du SAM étendu.

- La catégorie de décisions « *Intégration verticale* » est liée au degré de mise sous contrôle et de propriété des produits et matières premières d'une part, et de la distribution des produits, d'autre part. Il y a deux sortes d'intégrations verticales : intégration amont et intégration aval. Le contrôle d'une entreprise sur ses produits en entrée est connu en tant qu'intégration amont. Le contrôle d'une entreprise sur sa distribution est connu en tant qu'intégration aval. Par exemple, une entreprise peut réaliser une intégration verticale en amont en prenant possession d'entreprises réalisant une activité précédant celle réalisée par elle-même. Ces décisions comportent ainsi des aspects qui sont en relation directe avec l'environnement de l'entreprise, particulièrement avec les acteurs externes, et peuvent être ainsi assignés au niveau externe, au composant « gouvernance de la production », du domaine de production du SAM étendu.
- La catégorie de décisions « *contrôle de la qualité* » est liée à la définition des procédures et règles concernant les niveaux de qualité attendus et la prévention des défauts sur le produit ainsi que la surveillance de la production. Le contrôle de la qualité a un impact direct sur la perception du produit par le client. Cette catégorie de décisions est ainsi en relation directe avec l'environnement de l'entreprise. Par analogie de concepts, nous proposons de la classer au niveau du composant « gouvernance de la production » du domaine de production du SAM étendu.
- L'ensemble de décisions « *planification et processus de production* » concerne le choix des approches qui définissent les procédures, activités et techniques nécessaires à la fabrication et livraison du produit. Ces décisions concernent aussi les processus de support tels que les processus de contrôle de la qualité ainsi que les processus de maintenance des machines et des installations. Ces décisions comportent des aspects qui sont liés à la structure interne de l'entreprise, et peuvent être ainsi assignés au composant interne « processus de production », du SAM étendu.

➤ La catégorie de décisions « *technologies de production* » concerne le choix des technologies de production, (telles que la fabrication assistée par ordinateur (FAO), la robotique, les ateliers flexibles de production, les systèmes intégrés de production (CIM), etc.), les plus adaptées à l'organisation. Elles peuvent impacter les nouveaux produits et services (périmètre du Business) ou renforcer les compétences distinctives de l'organisation. Ainsi, ce type de décision pourrait supporter ou façonner la stratégie concurrentielle. C'est pourquoi cette catégorie comporte des aspects qui peuvent être placés au niveau stratégique, spécifiquement, au niveau du composant « périmètre de production ». Cependant, la catégorie de décisions « technologies de production » concerne également la configuration de l'équipement de production en lignes, cellules, etc. qui définit l'infrastructure technique. Sous cet angle, une partie de ces décisions peut être classée au niveau structurel ou interne, spécifiquement, au niveau du composant « infrastructure de production ».

A partir de l'analyse précédente, le mapping entre les ensembles de décisions de production et les composants correspondant du domaine de conception du SAM étendu ont été formalisés sous forme d'un diagramme de classes (cf. Figure 44).

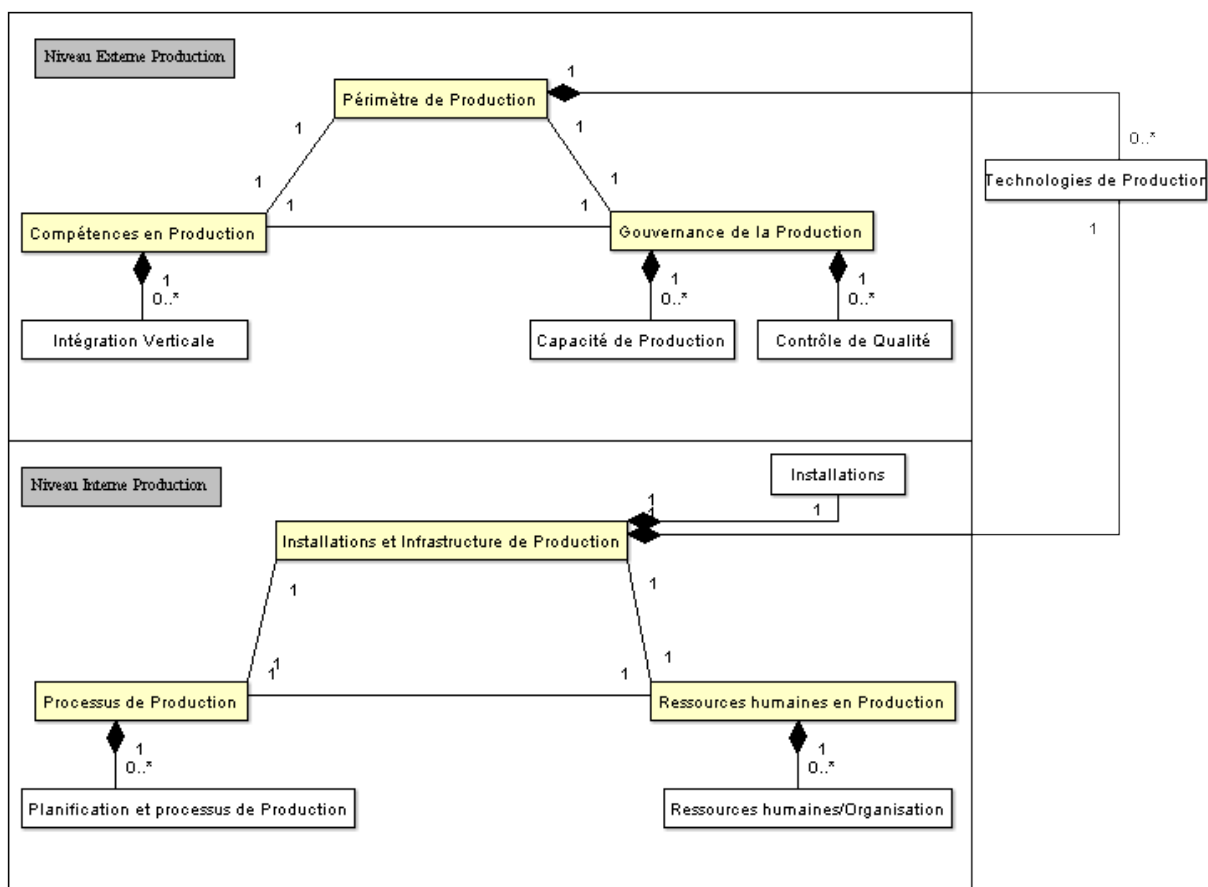


Figure 44. Mapping des catégories de décision de production aux composants du domaine de production du SAM étendu.

4.3.2.1 Composants externes ou stratégiques du domaine de production

À partir de la classification précédente, les composants qui définissent le niveau externe du domaine de production, appelé également stratégie de production, peuvent être définis comme suit :

- *Périmètre de production* : ce composant consiste en deux types de choix : (i) types de technologies de production qui peuvent supporter la stratégie concurrentielle et être un facteur déterminant pour procurer des avantages concurrentiels, et (ii) éléments du produit concernant directement sa fabrication.
- *Compétences en production* : attributs de la stratégie de production (capacité de production, taille et localisation des installations, niveaux de fiabilité, flexibilité, etc.) qui pourraient contribuer à la création d'un avantage concurrentiel.
- *Gouvernance de la production*: décisions relatives au partenariat et coopération au niveau des étapes de fabrication du produit. Ces décisions incluent des relations avec d'autres organisations (par exemple entreprise virtuelle ou alliances de fabrication pour : l'approvisionnement de matériel, la fabrication de pièces, l'assemblage, la livraison, etc.) afin d'obtenir les compétences de production nécessaires.

4.3.2.2 Composants internes ou structurels du domaine de production

De même que précédemment, les composants qui définissent le niveau interne du domaine de production, appelé également infrastructure et processus de production, ont été définis de la manière suivante :

- *Installations et infrastructure de production*: décisions qui définissent les besoins en installations et usines de production ainsi que la configuration des technologies de production.
- *Processus de production et support* : décisions liées au choix des approches de fabrication qui définissent les tâches à réaliser pour fournir le produit ou service offert par l'organisation (Hill 1995). Les décisions concernant les processus de support (ex: processus de contrôle de la qualité, processus de maintenance de l'équipement et des installations) sont aussi prises en compte.
- *Ressources humaines en production* : décisions concernant l'acquisition, la formation, et le développement de la connaissance et des compétences requises pour faire fonctionner l'infrastructure de production.

Les composants du domaine de production du SAM étendu sont représentés par des paquetages de classes qui regroupent et classent les catégories de décisions (cf. Figure 45). Les dépendances globales entre les composants sont représentées par des flèches en pointillées.

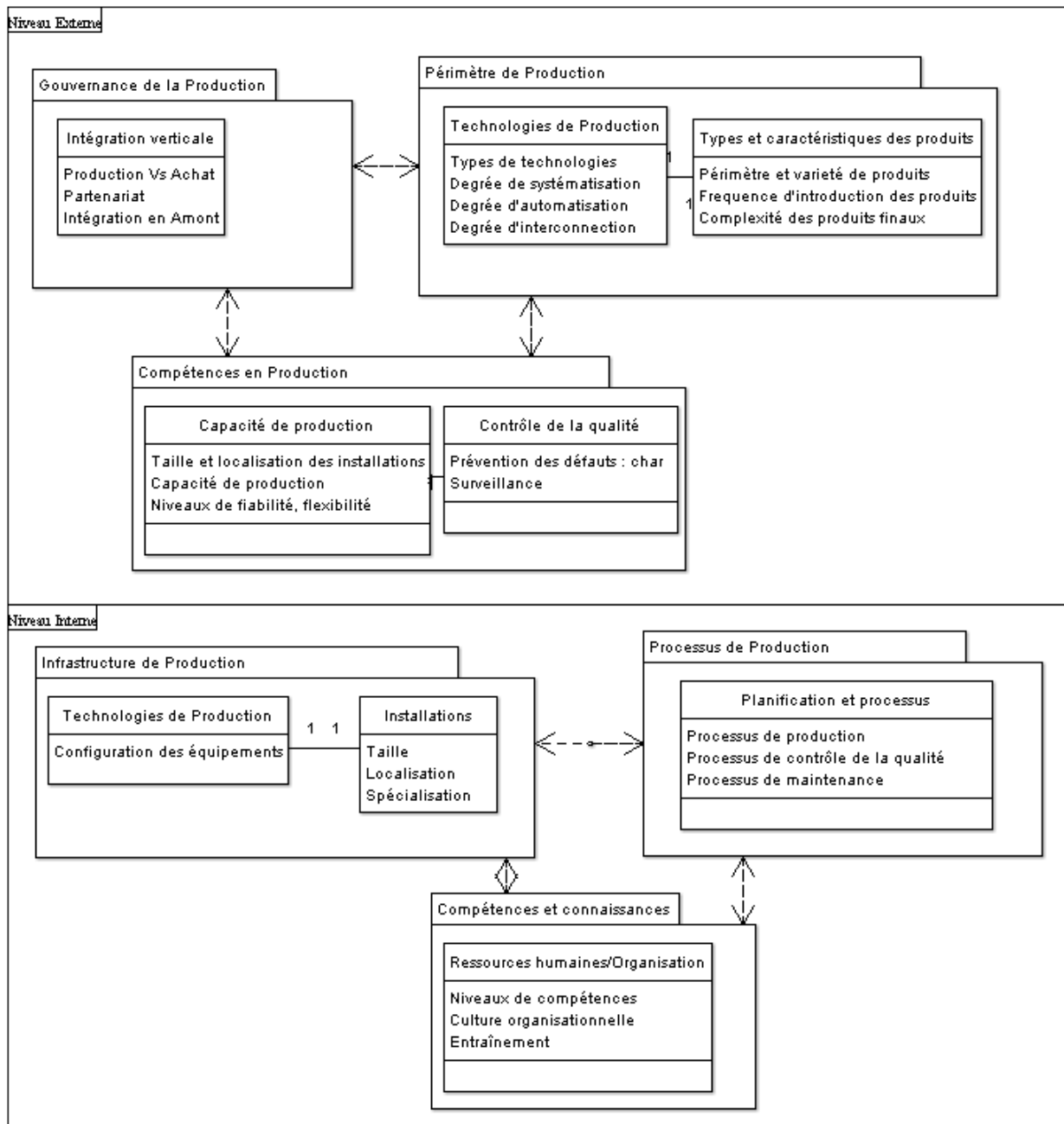


Figure 45. Diagramme de classes décrivant l'assignation des catégories de décision de production aux composants du domaine de production du SAM étendu.

Nous présentons dans la Figure 46 une vision globale de l'ensemble de composants du SAM étendu pour le domaine de production.

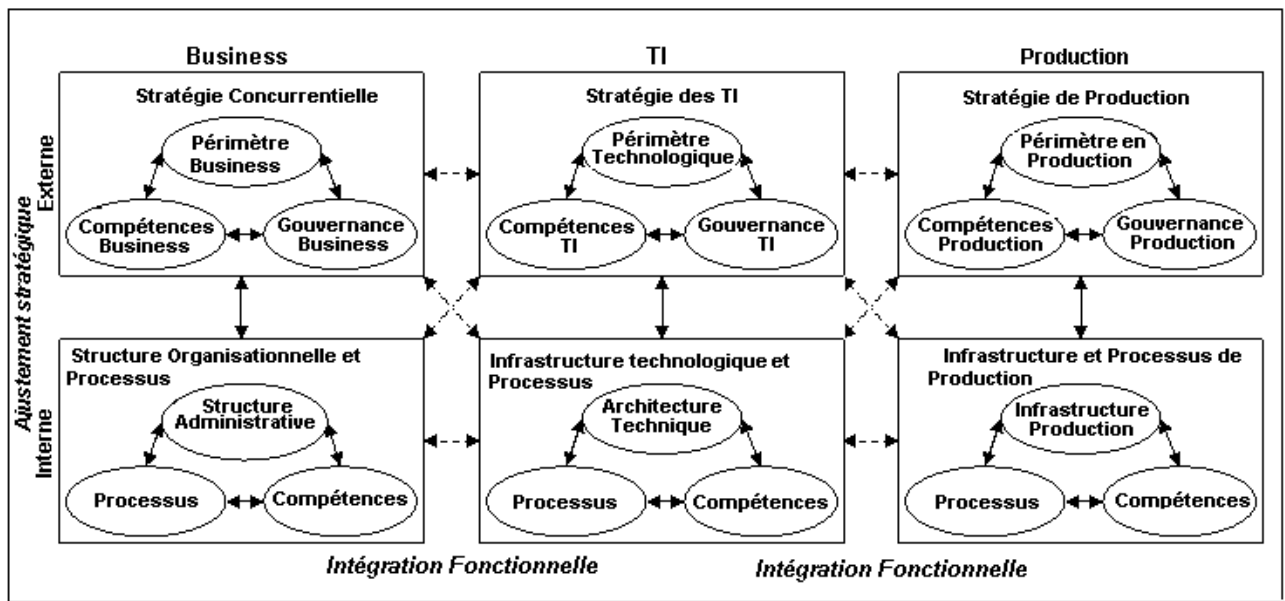


Figure 46. SAM étendu pour le domaine de production

4.3.3 Vers la définition des séquences d'alignement

Ajouter le domaine d'application au SAM originel est un premier pas pour atteindre notre objectif. Pour supporter efficacement l'alignement complet des SI Technique, le SAM étendu doit être complété par des séquences d'alignement, telles qu'elles sont proposées dans le modèle originel. En effet, ces séquences d'alignement établissent des chemins entre les différents domaines afin de les aligner. Les mécanismes de base et éléments conceptuels d'alignement, qui constituent ces séquences, doivent être repérés afin de les exploiter dans notre travail. Ensuite, les séquences d'alignement, tout d'abord potentielles, entre les domaines du Business, des TI et du domaine d'application (conception/production) seront discutés. Ces deux points sont développés dans le prochain paragraphe.

4.4 Extension des séquences d'alignement du SAM

4.4.1 Principes d'alignement du SAM

L'alignement des SI est conceptualisé dans le SAM sous la forme de deux briques d'alignement (cf. Figure 47) :

- *Ajustement stratégique (strategic fit)* : entre le niveau externe et le niveau interne d'un même domaine ;
- *Intégration fonctionnelle (functional integration)*: entre les niveaux externes ou internes de domaines différents (Business et TI dans ce cas).

Pour l'intégration fonctionnelle, le SAM spécifie deux types d'intégration :

- *Une intégration stratégique* : elle prend place entre la stratégie des TI et la stratégie concurrentielle afin d'établir le potentiel des TI à un niveau stratégique. Ces possibilités sont intéressantes car les TI sont considérées aujourd'hui comme une source importante d'avantage compétitif.
- *Une intégration opérationnelle* : elle prend place entre les aspects internes des domaines du Business et des TI, c'est-à-dire, entre la « structure administrative et les processus organisationnels » et l'« infrastructure technologique et les processus du SI ».

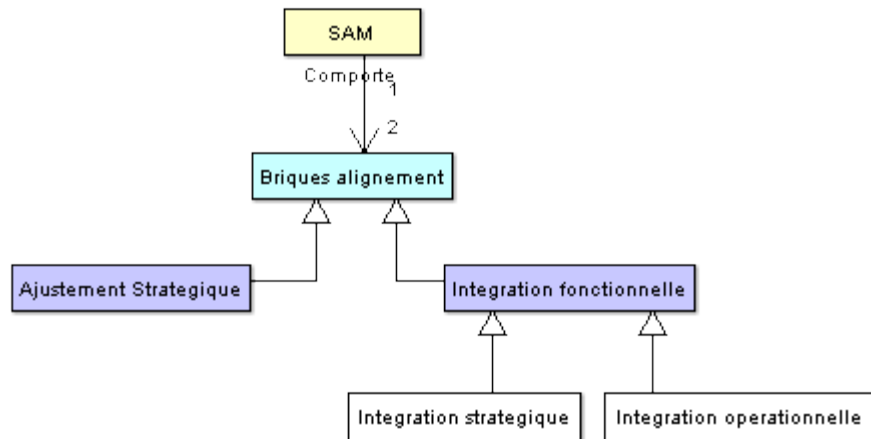


Figure 47. Diagramme de classes des éléments conceptuels des séquences du SAM

Les séquences d'alignement de Henderson et Venkatraman (cf. paragraphe 2.1.3.2) sont construites à partir des hypothèses suivantes :

- Une séquence d'alignement implique au moins une intégration fonctionnelle et un ajustement stratégique.
- Il y a alignement stratégique lorsque trois des quatre domaines sont alignés. En effet, le changement ne peut pas se produire juste dans un seul domaine sans affecter, au moins d'une manière ou d'une autre, deux des trois composants restants.

Ainsi, une séquence d'alignement peut se construire en traçant une ligne à travers trois des quatre domaines. Cette ligne inclut d'abord une intégration fonctionnelle puis un ajustement stratégique ou vice versa. Pour identifier la direction de l'alignement, les trois domaines impliqués peuvent, selon Luftman et al (1993), être classés en termes de (cf. Figure 11) :

- *domaine d'ancrage* : il est le domaine, initiateur du changement. C'est par lui que débute la séquence d'alignement.
- *domaine pivot* : il est le domaine où sont traités les problèmes liés aux changements dans le domaine d'ancrage. C'est par lui que passe la séquence d'alignement.
- *domaine impacté* : il est le domaine affecté par les forces de changement appliquées au domaine pivot. C'est le point d'arrivée de la séquence d'alignement.

Nous utilisons le formalisme (carré, cercle et flèche) présenté dans le paragraphe 3.1.3 pour représenter les trois types de domaines.

4.4.2 Mécanismes d'alignement sous-jacents

À partir des éléments conceptuels décrits précédemment, les quatre séquences d'alignement de Henderson et Venkatraman (Exécution de la stratégie, Transformation Technologique, Potentiel Compétitif et Niveau de service du SI) ont été analysées. Sur cette base, les mécanismes d'alignement suivants ont été repérés:

- *Mécanisme d'alignement A* : le domaine impacté prend toujours place au niveau interne, car les changements à court/moyen terme interviennent au niveau de l'infrastructure.
- *Mécanisme d'alignement B* : le domaine d'ancrage prend toujours place au niveau externe, car c'est lui qui est en interaction avec l'environnement externe et qui conduit le changement. En effet, le SAM ne prend en compte que les séquences d'alignement ayant une nature planifiée.
- *Mécanisme d'alignement C* : Les séquences d'alignement impliquent toujours deux relations entre les quatre domaines : une intégration fonctionnelle et un ajustement stratégique. En d'autres termes, la connexion (lien entre le domaine d'ancrage et le domaine impacté) passe par la combinaison d'une intégration fonctionnelle et d'un ajustement stratégique et implique trois des quatre sous-domaines du SAM.

Nous proposons d'exploiter ces mécanismes afin d'identifier et analyser les séquences d'alignement du SAM étendu.

4.4.3 Extension des mécanismes d'alignement

L'extension des mécanismes d'alignement du SAM originel peuvent être formulés de la manière suivante :

- *Mécanisme d'alignement étendu A* : le domaine impacté est l'un des domaines internes. Cependant, l'objectif de nos recherches est la conception des SI, nous nous attachons donc uniquement aux séquences impactant le domaine interne des TI (infrastructure technologique et processus du SI).
- *Mécanisme d'alignement étendu B* : afin de prendre en compte les séquences d'alignement ayant une nature émergente, le domaine d'ancrage se trouve au niveau externe ou interne. Dans le premier cas, la séquence d'alignement est de nature planifiée et découle du niveau externe ou stratégique. Au contraire, dans le deuxième cas, la séquence d'alignement est de nature émergente et émerge du niveau interne ou structural. Compte tenu de nos objectifs de recherche, pour les séquences émergentes, nous nous attachons uniquement aux séquences dont le domaine d'ancrage se trouve au niveau interne des domaines d'application (conception ou production) ou des TI.
- *Mécanisme d'alignement étendu C* : il peut être décomposé en trois sous-mécanismes :
 - *C1* : Au moins, un ajustement stratégique est nécessaire pour aligner les niveaux externe et interne. Si la séquence d'alignement est de nature émergente, un ajustement

stratégique inverse est en plus nécessaire pour faire émerger au niveau externe ou stratégique les changements internes ou structureaux.

- C2: Au moins deux intégrations fonctionnelles sont nécessaires pour réaliser l'alignement entre les trois domaines (Business, TI et domaine d'application).
- C3: Au moins quatre des six sous-domaines du SAM étendu sont impliqués dans une séquence d'alignement.

4.4.4 Séquences d'alignement pour le SAM Etendu

Dans les deux paragraphes suivants nous proposons de construire de manière systématique, pour le SAM étendu, l'ensemble des séquences d'alignement répondant aux trois mécanismes étendus. D'abord, nous mettons à jour les séquences de nature planifiée, c'est-à-dire, celles dont le domaine d'ancrage se trouve au niveau externe. Elles sont regroupées et décrites en fonction du domaine d'ancrage. Ensuite nous mettons à jour les séquences de nature émergente (celles dont le domaine d'ancrage se trouve au niveau interne du domaine d'application et des TI). Les deux types de séquences (planifiées ou émergentes) impliquent au moins 4 des 6 sous-domaines et le domaine impacté est le domaine interne des TI. Pour chaque séquence décrite une illustration de la séquence, pour chaque domaine d'application, est donnée.

Ce travail a pour objectif, dans un premier temps, de faire le bilan de l'ensemble des séquences potentielles. Elles permettent de donner corps à de nouvelles séquences, qui mettent, par exemple, le domaine de conception au cœur de l'alignement des SI Technique. Celles-ci peuvent être analysées de manière à déterminer quelles sont les séquences pertinentes dans une situation donnée.

4.4.4.1 Séquences d'alignement de nature planifiée

Stratégie concurrentielle comme domaine d'ancrage : Trois séquences d'alignement (cf. Figure 48) sont possibles dans ce cas là. Les séquences 1 et 2 (cf. Figure 48) consistent à décliner la *stratégie concurrentielle* via une stratégie appropriée du domaine d'application (en identifiant les meilleures possibilités de conception ou production au niveau externe : périmètre, compétences et gouvernance) qui devient alors le domaine pivot. A ce stade, il y a deux chemins possibles :

- (i) Une intégration stratégique qui détermine la stratégie des TI en dérivant la stratégie du domaine d'application, (par l'identification des meilleures possibilités en technologies de l'information au niveau externe : périmètre, compétences et gouvernance) (cf. Figure 48 - séquence 1). Cette séquence est une adaptation de la séquence *Transformation technologique* proposée par Henderson et Venkatraman (1999) dans le SAM originel.
- (ii) Un ajustement stratégique permettant d'implémenter la stratégie du domaine d'application. Au niveau conception cela peut, par exemple, se traduire par la mise en lace

d'un nouvel organigramme de conception. Au niveau production, il peut s'agir de l'acquisition de nouvelles machines (cf. Figure 48 - séquence 2).

Ensuite, ces deux séquences aboutissent à l'identification de l'architecture correspondante du système informatique.

La séquence 3 est une adaptation de la séquence originelle *exécution de la stratégie* (cf. Figure 48) proposée par Henderson et Venkatraman (1999). En effet, dans cette séquence la *stratégie concurrentielle* est mise en œuvre à travers la re-conception de la structure administrative et les processus organisationnels (structure du domaine du Business) qui prend le rôle de domaine pivot. Cette structure du Business est supportée par la structure interne du domaine d'application (intégration fonctionnelle). Au niveau de la conception, il peut, par exemple, y avoir adaptation du processus de conception ou formation des concepteurs à de nouvelles technologies de conception. Au niveau de la production, ce sont les infrastructures de production qui peuvent être amenées à évoluer. La structure du domaine d'application est ensuite alignée avec l'infrastructure technologique et processus du SI (domaine impacté), à travers de la conception de l'architecture du système informatique.

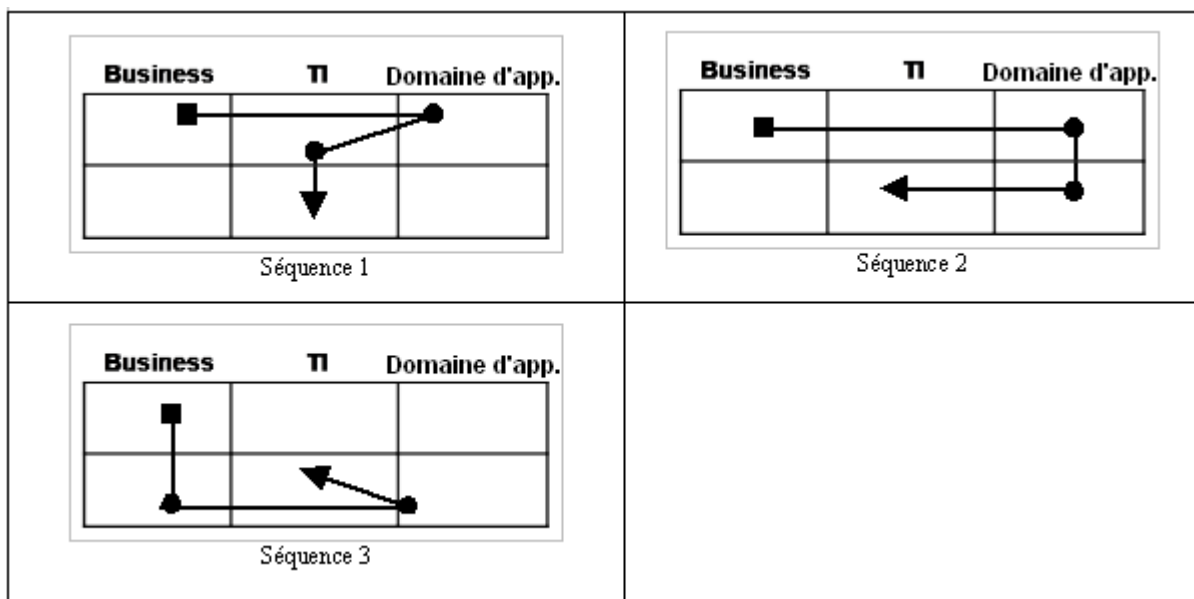


Figure 48. Séquences d'alignement pour le SAM étendu avec la stratégie concurrentielle comme domaine d'ancrage.

Stratégie des TI comme domaine d'ancrage : Quatre séquences d'alignement (cf. Figure 49) sont envisageables dans ce cas. Chaque séquence implique cinq domaines afin d'impacter le niveau interne des TI. Les séquences 4 et 6 concernent l'exploitation des TI émergentes pour impacter les caractéristiques de nouveaux produits (périmètre du Business), pour améliorer les compétences concurrentielles (compétences du Business) et pour développer de nouvelles relations et formes de partenariat (gouvernance du Business). Il s'agit de l'extension de la

séquence *Potentiel Compétitif* décrite dans le SAM originel. Ainsi, la *Stratégie concurrentielle* prend le rôle de pivot et ouvre sur deux possibilités :

- (i) Une intégration stratégique déclinant la nouvelle stratégie concurrentielle à travers une stratégie appropriée du domaine d'application (par exemple mise en place de nouvelles politiques de conception ou de production en cohérence avec les nouveaux buts stratégiques). Ensuite, la nouvelle stratégie du domaine d'application est implémentée en interne (cf. Figure 49 - séquence 4). Au niveau de la conception il peut, par exemple, s'agir de la mise en place d'une nouvelle structure de conception. Au niveau production, cela peut se traduire pas la mise en place de nouveaux processus de contrôle de la production.
- (ii) Un ajustement stratégique entre la nouvelle stratégie concurrentielle et la structure administrative et ses processus (structure du Business) (cf. Figure 49- séquence 6).

Ces deux séquences aboutissent à l'identification de l'architecture correspondante du système informatique (domaine impacté).

Les séquences 5 et 7 (cf. Figure 49) concernent l'exploitation des TI émergentes afin d'améliorer les compétences du domaine d'application (custom product design, par exemple, pour la conception, ou niveaux de fiabilité pour la production, etc.), de mieux intégrer le domaine d'application aux autres systèmes de l'entreprise (par exemple, intégration conception/production) et de développer de nouvelles formes de coopération et partenariat (gouvernance du domaine d'application). Ainsi, la stratégie du domaine d'application prend le rôle de pivot et ouvre sur deux possibilités :

- (i) Une intégration stratégique avec la stratégie concurrentielle. Pour la conception il s'agit d'exploiter, par exemple, les nouvelles technologies telles que les systèmes PLM ou CAO pour créer de la valeur dans l'organisation. Pour la production, de nouvelles technologies type MES peuvent permettre de créer de la valeur au sein de l'organisation. Cette séquence se poursuit par un ajustement stratégique entre la stratégie concurrentielle et sa structure organisationnelle et les processus correspondants (cf. Figure 49 - séquence 5).
- (ii) Un ajustement stratégique avec la structure et les processus du domaine d'application se traduisant par l'implémentation de la nouvelle stratégie du domaine d'application en termes de formation des ressources humaines, reconfiguration de la structure de conception ou production et re-conception des processus de conception ou production. Cette séquence se poursuit par une intégration opérationnelle entre l'infrastructure du domaine d'application et la structure du Business (structure organisationnel et processus), de manière à adapter cette dernière à la nouvelle structure interne du domaine d'application (cf. Figure 49 - séquence 7).

Ces deux séquences aboutissent à l'identification de l'architecture correspondante du système informatique (domaine impacté).

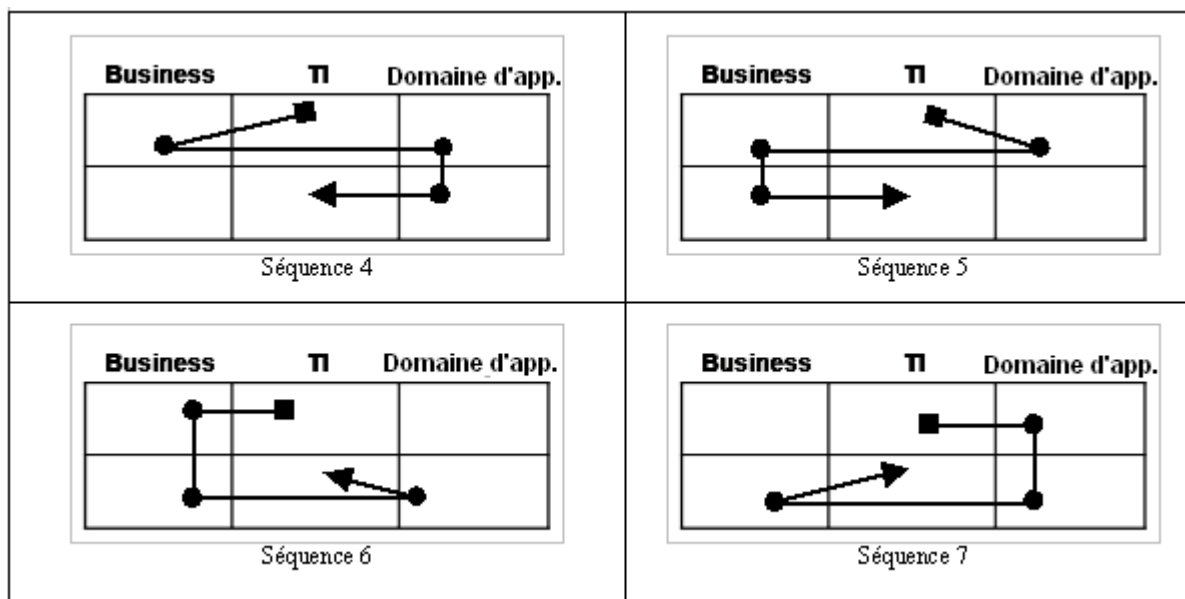


Figure 49. Séquences d'alignement pour le domaine de conception avec la stratégie des TI comme domaine d'ancrage.

Stratégie du domaine d'application comme domaine d'ancrage : Les séquences 8 et 9 (cf. Figure 50), débutent par l'adaptation de la stratégie concurrentielle à travers l'exploitation de nouveaux potentiels (technologies, compétences, politiques) du domaine d'application. Ainsi, la stratégie concurrentielle prend le rôle de pivot et ouvre sur deux possibilités :

- (i) Une intégration stratégique qui met en application la nouvelle stratégie concurrentielle à travers une stratégie des TI nécessaires appropriée (par exemple en identifiant les compétences des TI pour intégrer les activités du domaine d'application aux autres activités de l'organisation) (cf. Figure 50 - séquence 8).
- (ii) Un ajustement stratégique mettant en application la nouvelle stratégie concurrentielle à travers la structure administrative et les processus correspondants (cf. Figure 50 - séquence 9).

Ces deux séquences aboutissent à l'identification de l'architecture correspondante du système informatique (domaine impacté).

Dans la séquence 10, la stratégie du domaine d'application est implémentée à travers l'infrastructure et des processus en cohérence avec les politiques définies au niveau de la stratégie du domaine d'application (cf. Figure 50). Ces évolutions sont ensuite déclinées sur la structure organisationnelle et les processus. Enfin, la structure organisationnelle et ses processus (domaine interne du Business) sont intégrées à l'infrastructure technologique et aux processus du SI par l'identification de l'architecture des SI correspondante (domaine impacté).

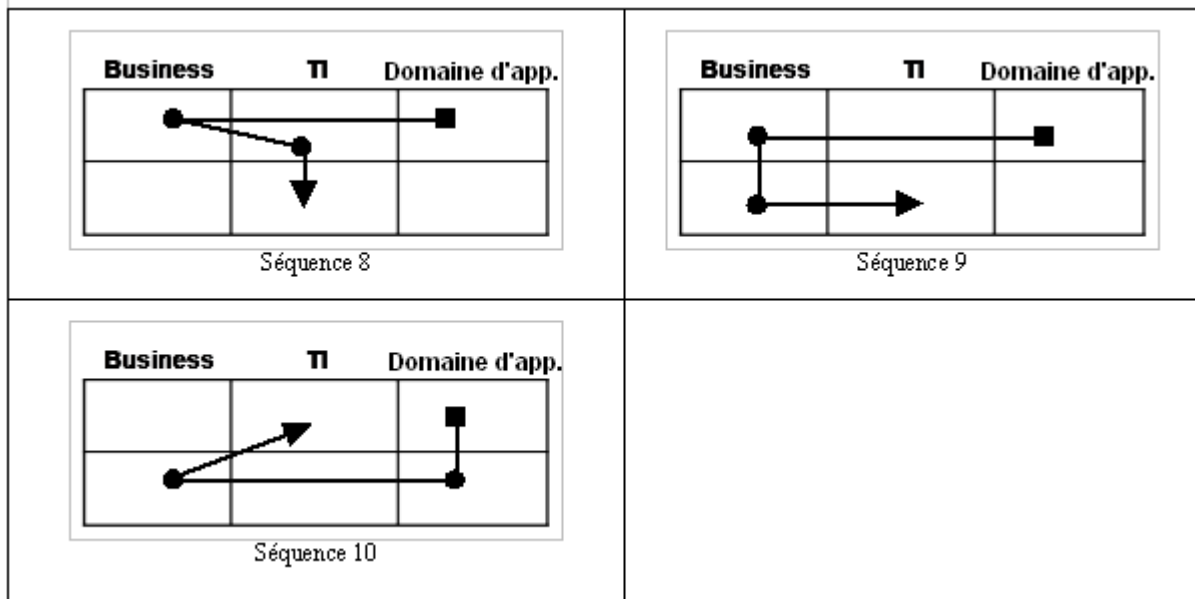


Figure 50. Séquences d'alignement pour le domaine de conception avec la stratégie de production comme domaine d'ancrage

4.4.4.2 Séquences d'alignement de nature émergente

L'objectif de nos recherches est l'alignement de SI Techniques. Ainsi pour le SAM étendu que nous proposons, nous nous attachons uniquement à l'ensemble de séquences émergentes ayant les caractéristiques suivantes :

- Le domaine d'ancrage se trouve au niveau interne des domaines d'application (structure et processus de conception ou de production) ou des TI (infrastructure technologique et processus des SI).
- Une séquence d'alignement préparatoire comportant un nombre indéterminé d'intégrations fonctionnelles entre les domaines d'application, du Business et des TI prend place au niveau interne. En effet, à ce niveau les ressources humaines constituent un facteur clé de changement. Ainsi, compte tenu de la diversité des objectifs et des activités des acteurs des domaines d'application, du Business et des TI, plusieurs interactions entre eux peuvent prendre place afin d'aligner ces trois domaines en interne.
- Un ajustement stratégique inverse est réalisé afin d'aligner le niveau interne et le niveau externe d'un même domaine. Ensuite une séquence d'alignement planifiée peut prendre place afin de compléter la séquence et impacter le domaine interne des TI (mécanisme d'alignement étendu A).

De nombreuses séquences ayant ces caractéristiques sont possibles à cause du nombre potentiel d'interactions nécessaires entre les acteurs pour aligner les domaines impliqués. Ainsi, à différence des séquences planifiées, nous ne décrivons pas l'ensemble des séquences émergentes possibles, mais proposons de fournir deux séquences d'exemple, une pour le domaine de la conception et une pour le domaine de la production.

Dans la Figure 51 nous présentons une séquence d'alignement émergente, pour le SAM étendu au domaine de la conception. Celle-ci débute au niveau interne du domaine des TI, c'est-à-dire, au niveau de l'infrastructure technologique et des processus du SI qui prend le rôle de domaine d'ancrage et va conduire le changement au niveau interne. Cette séquence comporte les interactions suivantes entre les domaines impliqués :

1. Une intégration fonctionnelle prend place entre le domaine interne des TI et le domaine interne du domaine de conception. Il peut s'agir, par exemple, d'adapter le processus de conception à un nouveau SI intégrant les différents métiers de l'entreprise.
2. Un ajustement stratégique inverse est réalisé afin de façonner une stratégie de conception existante ou d'en faire émerger une nouvelle, par exemple, il peut s'avérer nécessaire de trouver de nouvelles compétences en conception.
3. Une intégration stratégique, afin d'adapter la stratégie concurrentielle à la nouvelle stratégie de conception à travers, par exemple, l'exploitation de nouvelles compétences de conception.
4. Un ajustement stratégique mettant en application la nouvelle stratégie concurrentielle à travers la structure organisationnelle et les *Business processes* correspondants.
5. Enfin, une intégration fonctionnelle entre la structure organisationnelle et les *Business processes* (domaine interne du Business) et l'infrastructure technologique et processus des SI (domaine impacté) en faisant évoluer à nouveau le SI.

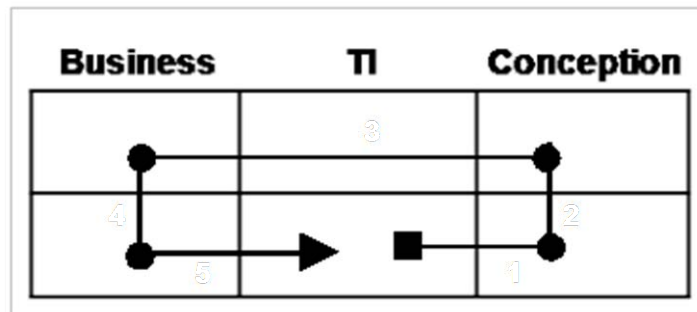


Figure 51. Exemple de séquence d'alignement émergente pour le SAM étendu au domaine de conception

Dans la Figure 52 nous présentons une séquence d'alignement émergente, pour le SAM étendu au domaine de la production. Celle-ci débute au niveau interne du domaine de production, c'est-à-dire, au niveau de l'infrastructure et processus de production qui prend le rôle de domaine d'ancrage et va conduire le changement au niveau interne. Cette séquence comporte les interactions suivantes entre les domaines impliqués :

1. Une intégration fonctionnelle prend place entre le domaine interne de production et le domaine interne du Business afin, par exemple, d'adapter les processus de gestion de l'entreprise (processus de comptabilité, de finances, etc.) à des nouveaux processus de production ou à une nouvelle infrastructure de production.

2. Un ajustement stratégique inverse est réalisé afin de façonner la stratégie concurrentielle à travers, par exemple, la formulation de nouveaux objectifs stratégiques (augmentation du chiffre d'affaires, introduction de nouveaux produits, etc.) à être atteints par l'utilisation des nouvelles possibilités de l'infrastructure de production.
3. Une intégration stratégique prend place afin d'implémenter la stratégie concurrentielle à travers une nouvelle stratégie de production par l'acquisition de nouvelles installations ou de nouvelles alliances, par exemple.
4. Une intégration stratégique qui détermine la stratégie des TI en dérivant la stratégie de production, (par exemple, par l'identification des meilleures possibilités des TI support aux infrastructures de production)
5. Enfin, un ajustement stratégique afin d'implémenter la stratégie des TI au niveau de l'infrastructure technologique et des processus du SI (domaine impacté).

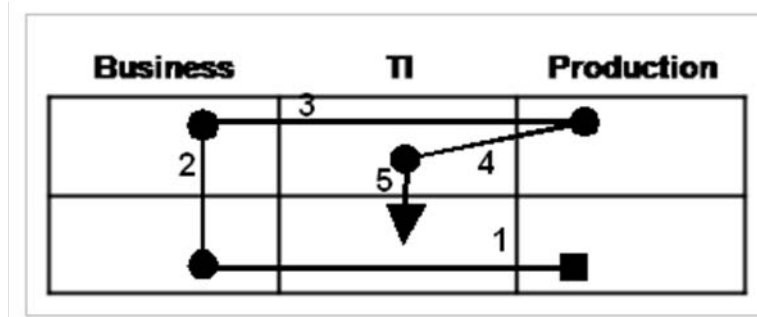


Figure 52. Séquence d'alignement émergente pour le SAM étendu au domaine de production

Chapitre 5 : Dynamique d'alignement et dynamique d'évolution

L'alignement des SI Techniques avec les évolutions incertaines exige que le SI puisse évoluer conformément aux changements des domaines d'application, du Business, et des TI. L'objectif de ce point de vue de l'alignement est d'implémenter des SI Techniques agiles face aux changements de ces domaines à travers le temps.

Les approches analysées dans le chapitre 3 prennent en compte uniquement les besoins issus de l'analyse de l'existant (As-Is) comme point de départ pour la conception de la prochaine version du SI à court/moyen terme (Next-Step). Cette façon de procéder est appropriée dans un contexte stable, mais atteint vite ses limites dans le contexte actuel d'incertitude et d'évolution continue. C'est pourquoi il est nécessaire d'améliorer la prise en compte des besoins issus de l'analyse des évolutions potentielles à long terme (To-Be) des domaines impliqués (Business, TI et application). L'analyse de la dynamique d'évolution des composants organisationnels et technologiques des domaines d'application (conception et production) est incontournable pour ces SI Techniques. En effet, des prévisions concernant les évolutions de ces composants à moyen terme ainsi qu'à long terme sont nécessaires afin de faire face (i) à la désynchronisation des évolutions des technologies impliquées (TI, technologies de conception, infrastructures techniques de production) ; (ii) aux évolutions de métiers (différents et variés) liés à la conception et à la production du produit.

Pour intégrer cette dimension temporelle, nous proposons de mettre en œuvre le modèle « multi-écrans » (multi-screen scheme of thinking), qui a déjà été mis en œuvre pour la conception d'architecture de SI dans (Goepp et al. 2008). Ce diagramme ajoute à une classique dimension systémique du processus étudié, une dimension temporelle. L'ensemble est représenté graphiquement par une matrice « d'écrans ».

Afin de supporter l'alignement complet des SI Techniques, nous proposons le couplage du modèle « multi-écrans », support à la dynamique d'évolution, avec le SAM étendu, support à la dynamique d'alignement (alignements avec la stratégie et avec l'environnement).

Dans la suite de ce chapitre, nous faisons une présentation du modèle « multi-écrans » (cf. Paragraphe 1). Nous faisons une analyse des visions statique et dynamique de ce modèle (cf. Paragraphe 5.2). Pour analyser sa vision statique, nous proposons d'extraire les éléments conceptuels qui le structurent (cf. Paragraphe 5.2.1). La formalisation de ces concepts va servir de base au couplage structurel de ce modèle avec le SAM étendu. Pour analyser sa vision dynamique, nous proposons de procéder par analogie avec la vision de la dynamique

d'alignement associée au SAM étendu (briques d'alignement, mécanismes d'alignement et séquences d'alignement). La problématique en est en effet voisine, mais pour la dynamique d'évolution. Nous retenons donc deux briques « d'évolution » pour décrire la nature des relations potentielles entre les écrans du « multi-écrans » : « *ajustement systémique* » (relation sur la dimension systémique) et la « *synchronisation temporelle* » (relation sur la dimension temporelle). Puis nous introduisons la notion de « *séquence d'évolution* » (cf. Paragraphe 5.2.2).

Trois principes d'utilisation conjointe de ces deux modèles sont ensuite définis dans le paragraphe 5.3. Nous profitons d'un de ces principes (utilisation conjointe des deux modèles pour l'élicitation des informations pertinentes pour l'alignement) pour généraliser l'emploi d'une approche complémentaire : l'élicitation des informations basée contradictions (Contradiction Based Elicitation) ou CBE. Cette approche, initialement développée en complément du modèle « multi-écrans », est en effet aussi valable pour compléter le SAM-étendu.

Enfin, une démarche d'utilisation conjointe exploitant ces trois principes est proposée dans le paragraphe 5.4.

5.1 Le modèle « Multi-Ecrans »

Le modèle « multi-écrans » (multi-screen scheme of thinking) est un diagramme bidimensionnel qui permet de présenter une vision synthétique de la dynamique d'évolution des sous-systèmes de l'organisation, à travers le temps (cf. Figure 53).

5.1.1 La dimension temporelle

La première dimension est la dimension temporelle, sur laquelle plusieurs « horizons temporels » peuvent être représentés afin de détailler les évolutions des sous-systèmes considérés. Bien que le nombre de ces « horizons temporels » ne soit pas limité, il s'agit de prendre en compte au moins trois instants temporels (Goepp et Kiefer, 2008) :

- *L' « actuel » (As-Is)* : correspond à l'instant présent. Il permet de faire la description et l'analyse de l'existant.
- *Le « long terme » (To-Be)* : correspond au dernier instant sur l'horizon temporel dans lequel des hypothèses d'évolutions peuvent être imaginées. Il sert à délimiter l'horizon temporel d'investigation pour l'étude.
- *Le « moyen terme (Next-Step)* : entre l' « actuel » et le « long terme ». Il sert à représenter la prochaine génération du système étudié.

5.1.2 La dimension systémique

La deuxième dimension est le niveau systémique sur lequel l'entreprise et son environnement peuvent être observés. Plusieurs niveaux organisationnels sont pris en compte dans cette dimension afin d'analyser leurs évolutions parallèlement dans le temps. Cette dimension permet de faire correspondre à chaque évolution, issue des changements dans l'environnement un élément de l'organisation qui la porte. Cet élément sera placé au bon niveau organisationnel.

D'après les travaux d'exploitation du modèle « multi-écrans » pour l'alignement des SI décrits dans (Goepf et Kiefer, 2008) et conformément aux développements effectués pour le SAM étendu, il est nécessaire de prendre en compte au moins, trois niveaux :

- *Business* (niveau supérieur) : il correspond à la description de la stratégie l'entreprise et de ses relations avec le marché. Ce niveau est nécessaire pour supporter l'alignement stratégique.
- *Technologies de l'Information (TI) et Système d'Information (SI)* (niveau intermédiaire) : il correspond à la vision stratégique des TI ainsi qu'à son déploiement opérationnel au niveau de la conception et de l'évolution du SI.
- *Domaine d'application* (niveau inférieur) : il correspond à la description des caractéristiques propres au sous-système applicatif étudié (conception ou production). Ce niveau correspond à la vision stratégique et opérationnelle des unités fonctionnelles de l'entreprise.

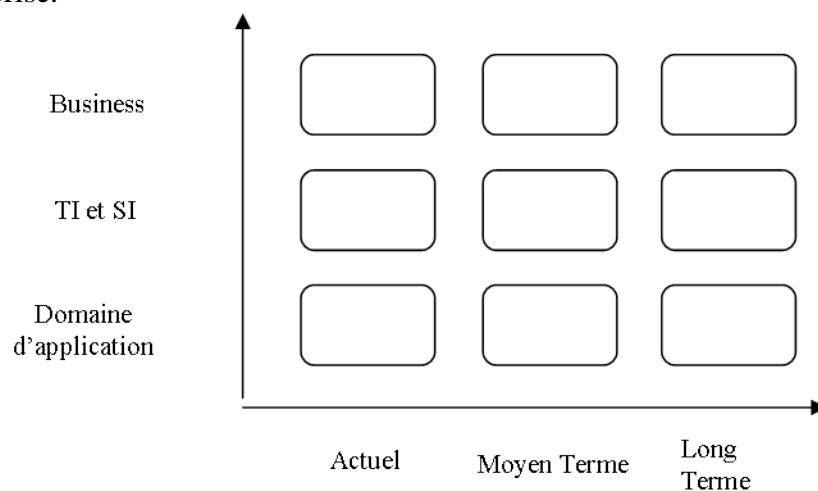


Figure 53. Modèle « multi-écrans » (adapté de (Goepf et al. 2008))

5.2 Concepts du Modèle Multi- Ecrans

5.2.1 Vue Statique

Comme indiqué dans la section précédente, le modèle « multi-écrans » est structuré grâce à des « horizons temporels » et à des « niveaux organisationnels ». Un écran se trouve à l'intersection d'un horizon temporel et un niveau organisationnel (cf. Figure 54).

Ceci conduit à définir trois classes d'éléments différents (cf. Figure 54), à savoir :

- *Les horizons temporels* pour la dimension temporelle ;
- *Les niveaux organisationnels* pour la dimension systémique;
- *Les écrans*, à l'intersection entre les horizons temporels et les niveaux organisationnels.

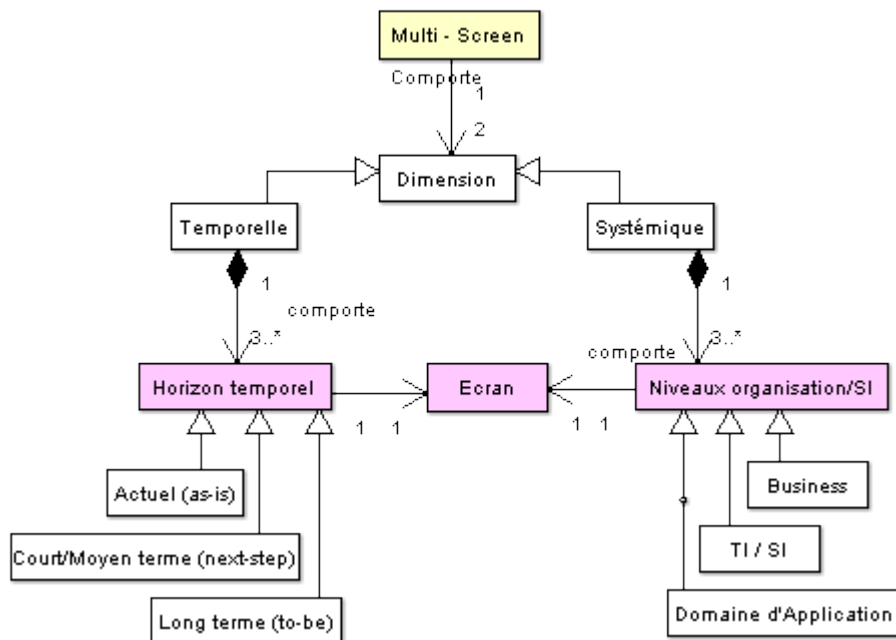


Figure 54. Diagramme de classes des éléments de la structure du modèle « multi-écrans »

5.2.2 Vue Dynamique

La problématique de l'opérationnalisation de l'alignement avec les évolutions incertaines, étant semblable à celle de l'alignement avec la stratégie ou avec l'environnement externe, nous proposons d'en formaliser la dynamique à l'aide de « séquences d'évolution ». Ces séquences sont le pendant des séquences d'alignement du SAM étendu. Il s'agit d'une séquence d'alignements successifs d'écrans. Elle représente la mise en cohérence des décisions entre horizons temporels, ou entre niveaux organisationnels.

Une séquence d'évolution peut être représentée en traçant une ligne joignant les écrans concernés. Les séquences d'évolution potentielles peuvent être construites par l'enchaînement de deux briques (cf. Figure 55) :

- *Ajustement systémique* : l'alignement de deux niveaux organisationnels (Business, SI ou domaine d'application) réalisé au même horizon temporel.
- *Synchronisation temporelle* : l'alignement des deux horizons temporels (actuel, court/moyen terme, long terme dans ce cas), réalisé au même niveau organisationnel.

Comme pour les autres points de vue de l'alignement, plusieurs séquences d'évolution peuvent être nécessaires afin de réaliser l'alignement du SI avec les évolutions. Elles peuvent partager des segments communs.

De même, par analogie de concepts avec la classification des domaines dans les séquences d'alignement, un écran peut être classé d'après son rôle dans une séquence d'évolution en tant que (cf. Figure 55) :

- *écran d'ancrage* : il s'agit de l'écran où sont décrites les conditions initiales relatives au niveau organisationnel initiateur du changement dans un horizon temporel particulier. C'est le point de départ de la séquence d'évolution.
- *écran pivot* : il s'agit de l'écran où sont repérées les contraintes liées aux évolutions du niveau organisationnel traité. C'est par lui que passe la séquence d'évolution.
- *écran impacté* : il correspond à l'écran affecté par les évolutions. C'est le point d'arrivée de la séquence d'évolution.

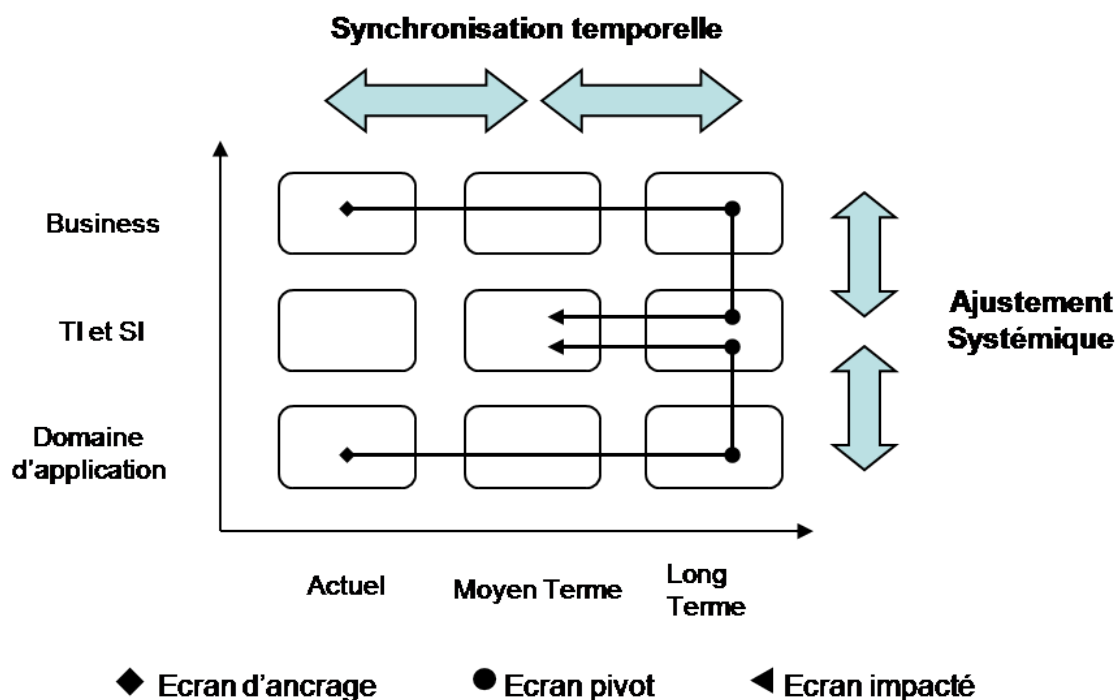


Figure 55. Représentation des briques d'évolution et des rôles des écrans sur le modèle « multi-écrans »

Mécanismes d'évolution

Les éléments conceptuels décrits précédemment permettent de définir les mécanismes d'évolution. Ces mécanismes sont nécessaires pour créer l'ensemble des séquences d'évolution requises pour construire à l'alignement avec les évolutions. Les quatre premiers mécanismes d'évolution (A à D) sont valables pour la construction de chaque séquence d'évolution. Le mécanisme E porte lui sur l'ensemble des séquences. Ces mécanismes sont décrits comme suit :

- *Mécanisme d'évolution A* : l'écran d'ancrage potentiel prend toujours place dans l'horizon temporel « actuel » (As-Is) (première « colonne » - Figure 56). Cela permet en effet de repérer les contraintes d'évolution liées à l'existant pour la conception du SI Technique.
- *Mécanisme d'évolution B* : l'écran impacté correspond à l'écran décrivant le SI Technique à court/moyen terme, dont l'alignement complet est l'objectif (écran « central » - Figure 56).
- *Mécanisme d'évolution C* : les écrans pivot potentiels sont : Business-Court/Moyen Terme, Business-Long Terme, Domaine d'Application-Court/Moyen Terme, Domaine d'application-Long terme, TI/SI-Long Terme (écrans remplis de cercles dans la Figure 56).
- *Mécanisme d'évolution D* : la première synchronisation temporelle est réalisée entre les horizons temporels « actuel » et « long terme »
- *Mécanisme d'évolution E* : il agit sur l'ensemble des séquences et peut être décomposé en deux sous-mécanismes :
 - *E1* : L'écran correspondant au niveau organisationnel « Business » à long terme est un écran pivot obligatoire. En effet, les objectifs stratégiques du Business à long terme ont une influence directe sur la prise de décisions dans les autres domaines.
 - *E2* : Il existe au moins un horizon temporel dans lequel les écrans des trois niveaux organisationnels sont reliés par deux ajustements systémiques. Ces ajustements temporels peuvent ne pas appartenir à la même séquence d'évolution.

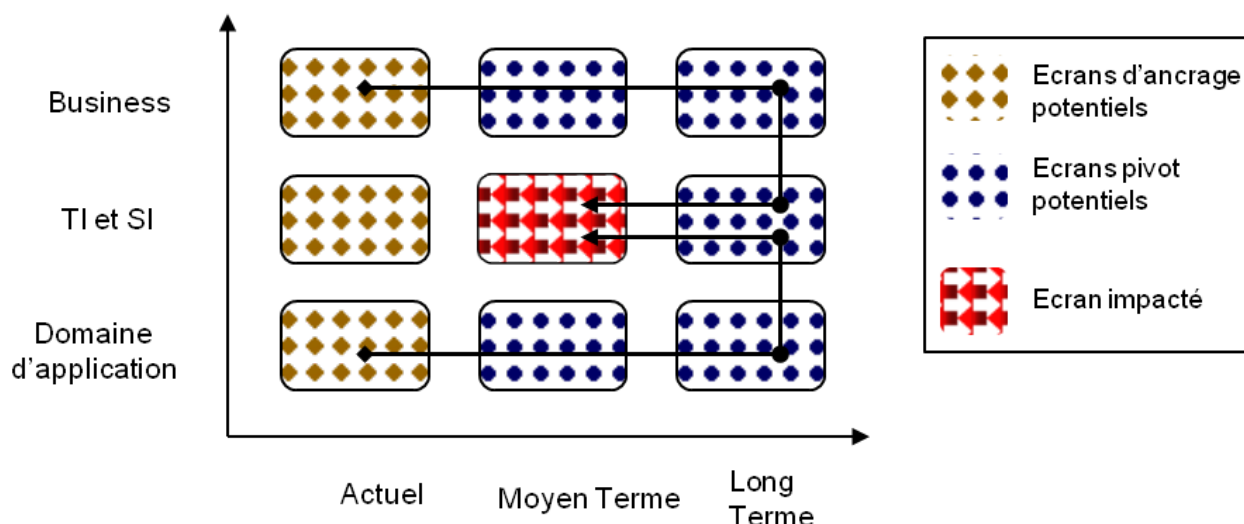


Figure 56. Représentation des mécanismes d'évolution sur le modèle multi-écrans

5.3 Principes d'utilisation conjointe

Afin de supporter l'alignement complet des SI Techniques nous proposons de coupler le modèle « multi-écrans » (supportant l'alignement avec les évolutions) et le SAM étendu (supportant l'alignement avec la stratégie et l'environnement externe). Pour y parvenir, nous détaillons dans cette section les principes d'utilisation conjointe de ces deux modèles.

5.3.1 Partage des instances

Ce principe d'utilisation consiste à identifier la relation entre les instances des éléments structurant les vues statiques des deux modèles. Cela permet le partage d'informations entre les deux modèles, premier pas pour leur utilisation conjointe.

Nous présentons dans la Figure 58 un diagramme de classes qui décrit les éléments structurant du modèle « multi-écrans » et du SAM étendu. Dans ce diagramme, les éléments structurants sont représentés par des classes de couleur violette (gris clair). Les éléments du modèle « multi-écrans » sont : (i) les horizons temporels, (ii) les niveaux organisationnels et (iii) les écrans. Les éléments structurants du SAM étendu sont : (i) les domaines, (ii) les niveaux et (iii) les composants. Les instances des éléments des deux modèles sont représentées par des classes couleur blanc.

Deux instances peuvent être associées entre les deux modèles :

- « Domaines » du SAM étendu / « Niveaux organisationnels » du modèle « multi-écrans » : le concept de niveau organisationnel de la dimension systémique du modèle « multi-écrans » correspond soit à un niveau d'abstraction, soit à un point de vue de l'organisation ou encore à un ensemble de sous-systèmes de celle-ci. Le concept de

domaine, dans le SAM étendu, fait référence à un cadre délimitant un champ ou secteur de l'organisation, dans lequel sont appliquées des règles de gestion et de fonctionnement, ou des actions. Cette dernière définition étant compatible avec la définition d'un sous-système, nous proposons d'associer les instances des « niveaux organisationnels » du modèle « multi-écrans » et les instances des « domaines » du SAM étendu (cf. Figure 58).

- « Composants » du SAM étendu / « Ecrans » du modèle « multi-écrans » : un composant du SAM étendu est un ensemble de décisions relatives, soit, au positionnement de l'entreprise au niveau « externe » soit, à la structure et aux capacités de celle-ci au niveau « interne ». Chaque composant a été décrit et possède une sémantique claire. Les composants du SAM étendu forment ainsi un ensemble de décisions dont l'instanciation permet de décrire, au niveau externe, la stratégie de l'organisation et, au niveau interne, sa déclinaison. Nous proposons d'utiliser ces composants afin d'instancier, du point de vue sémantique, le contenu des écrans du modèle « multi-écrans » via le concept de décision. Le modèle « multi-écrans » étant complètement ouvert sur la forme du contenu des écrans, ces derniers peuvent contenir également la description des décisions qui leur sont sémantiquement associées, dans les syntaxes et aux niveaux d'abstractions adaptés aux différents usagers du SI à développer (cf. Figure 58). Ces décisions peuvent être décrites simplement de manière textuelle en langage naturel, ou par l'utilisation de modèles. On peut, par exemple, exploiter le modèle de motivation BRG-Model (Kolber 2000) en couplage avec la notation i^* (Yu 1993) pour décrire ces composants avec les managers des domaines impliqués. Le BRG-Model est utilisé pour décrire les objectifs associés à la stratégie concurrentielle en termes de « moyens » et de « finalités », tandis que i^* est une notation de modélisation d'objectifs utilisée pour la modélisation des décisions relatives aux spécifications du système d'information (cf. Figure 57). Nous nous orientons donc vers une dualité de niveau de description des décisions classées dans écrans du modèle « multi-écrans » (cf. Figure 58). D'une part, une description sémantique opérée par les composants du SAM étendu. D'autre part, des descriptions syntaxiques adaptées aux usagers du SI. L'enjeu de la modélisation complète est de fournir un support à la vérification de la cohérence de ces deux niveaux de vues des décisions d'évolution.

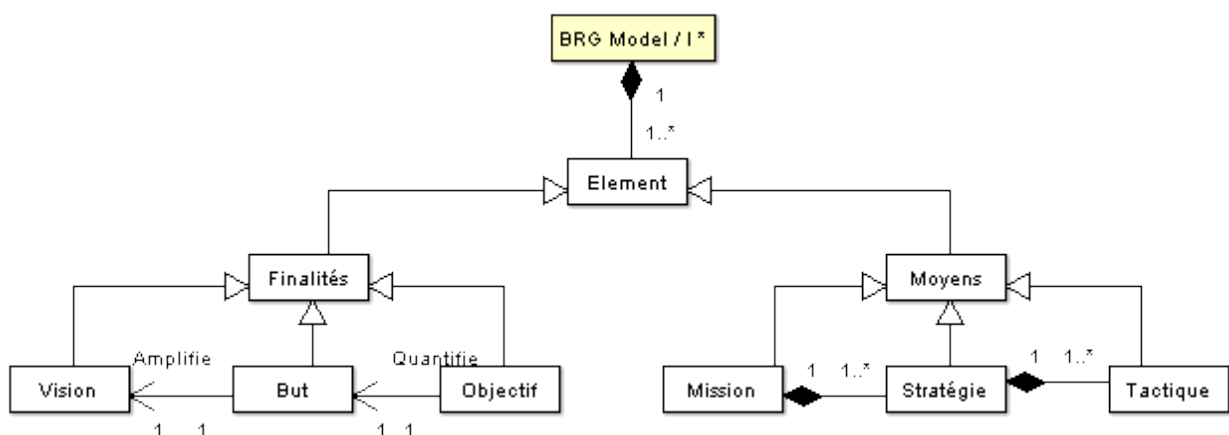


Figure 57. Diagramme de classes des éléments de la structure du BRG Model / i^*

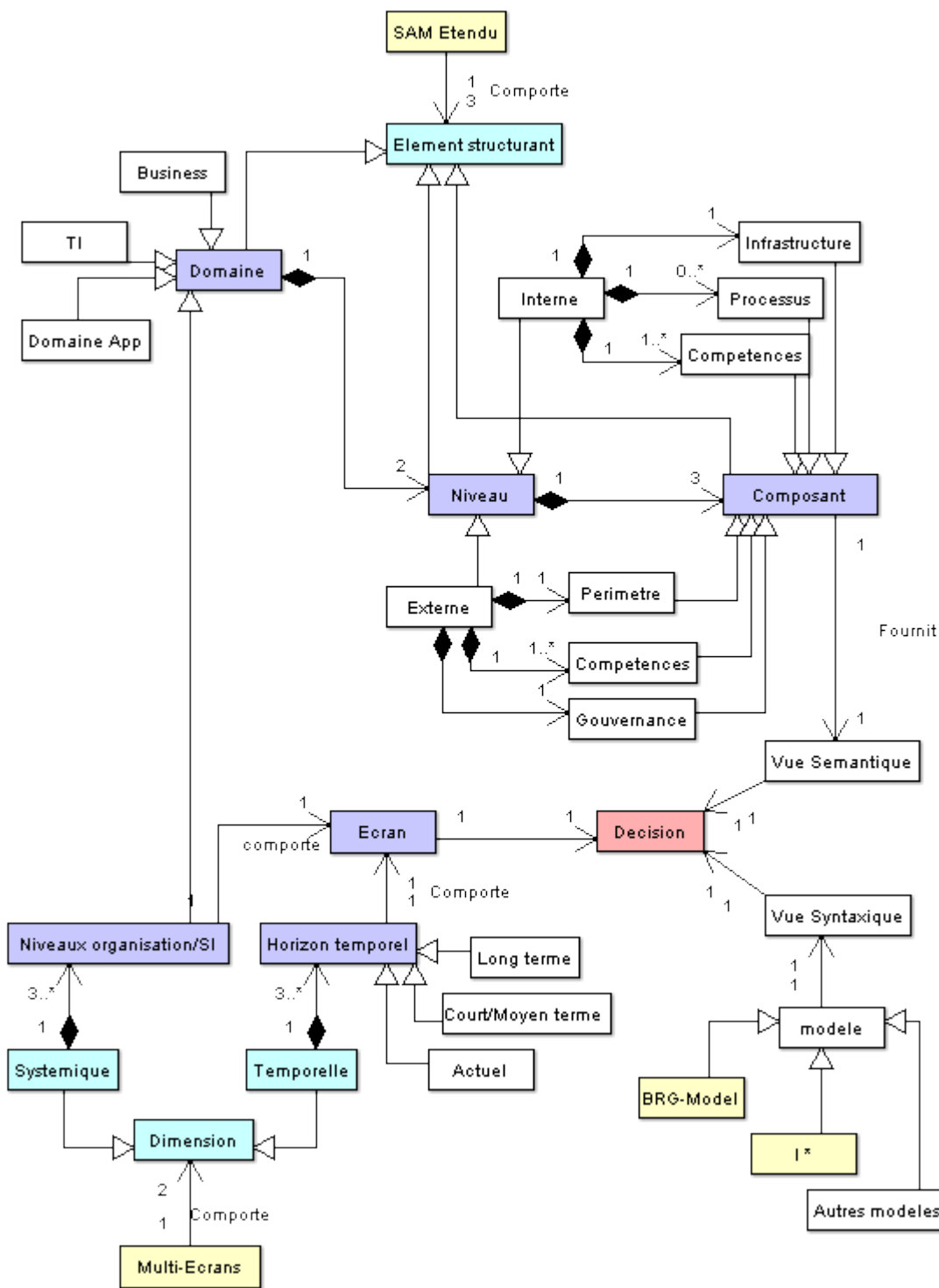


Figure 58. Diagramme de classes du partage des instances du SAM et du modèle « multi-écrans »

5.3.2 Instanciation des vues statiques pour l'éllicitation

Ce principe d'utilisation conjointe consiste à identifier les apports de chaque modèle pour l'éllicitation des informations auprès des acteurs impliqués dans le processus d'alignement, en

vue d'exploiter au mieux les couples (modèle/acteurs) pendant la conception du SI. Les spécificités des points de vue d'alignement pour les SI Techniques font de cette élicitation une étape difficile mais indispensable. Elle permet, en effet, de rassembler les informations pertinentes nécessaires à :

- L'alignement stratégique : composants organisationnels et technologiques à aligner ; coopérations entre usagers du SI pour mieux exécuter les processus de conception et production.
- L'alignement avec l'environnement : possibilités de partenariat et coopération de l'entreprise avec des partenaires potentiels ; gestion des profils des usagers du SI ; veille technologique pour l'intégration des différentes infrastructures techniques.
- L'alignement avec les évolutions : possibilités technologiques permettant de traiter la désynchronisation entre les cycles de vie des TI et des infrastructures techniques ; élicitation des évolutions des composants organisationnels et technologiques.

Potentiellement, l'instanciation des modèles retenus pour supporter l'alignement complet des SI Techniques peut supporter l'élicitation de ces informations. En effet, le SAM étendu et le modèle « multi-écrans » comportent des caractéristiques adaptées aux différents acteurs :

- Le SAM étendu comme principal support « naturel » à l'élicitation des informations auprès des managers du Business. En effet, ces derniers sont concernés par la prise de décisions de haut niveau relatives au positionnement de l'entreprise sur le marché. Dans ce cadre, le SAM étendu est un bon candidat car il est structuré en composants qui comportent des décisions relatives au niveau externe et au niveau interne du domaine du Business.
- Le modèle « multi-écrans » comme principal support « naturel » à l'élicitation des informations auprès des usagers du SI Technique. Ces usagers sont les différents spécialistes travaillant au niveau du domaine d'application tels que les cadres dirigeants de la conception et de la production, les ingénieurs d'études, les concepteurs, les techniciens, les opérateurs, etc. A l'exception des cadres dirigeants, ces spécialistes ne possèdent en général pas une vision globale de l'entreprise. Ils ont par contre une vision très profonde du domaine d'application. Ils perçoivent l'alignement en termes de plans d'action détaillant les activités à accomplir, et d'allocation de ressources à prévoir pour ces activités. De plus, leur vision du domaine et de l'alignement varie d'un acteur à l'autre. Le modèle « multi-écrans » est intéressant pour éliciter les informations auprès des usagers car il permet de représenter d'une manière à la fois contingente et synthétique leurs connaissances profondes du domaine et leur vision de l'alignement. La forme graphique du modèle permet de converger rapidement vers une vision partagée des évolutions du domaine d'application.

Il existe plusieurs techniques d'élicitation des informations telles que jeu de rôle, brainstorming, storyboards, prototyping (Sommerville et Sawyer 1997). Ces techniques peuvent faciliter l'interaction entre les acteurs et l'émergence des idées et des informations. Afin de faciliter l'instanciation des modèles SAM et multi-écrans auprès des acteurs, nous

repreons l'approche d'élicitation des informations basée sur les contradictions (*CBE - Contradiction Based Elicitation*) de (Goepf et al. 2006). Son principe est de baser l'élicitation des besoins ainsi que la conception de l'architecture préliminaire du SI étudié sur la formulation de problèmes clés sous la forme de contradictions. Les phases d'élicitation et de définition d'architecture sont supportées par une approche, composée d'un modèle de référence de problèmes clé (le framework de problèmes clés) et d'une procédure d'exploitation.

La caractéristique principale du framework de problèmes clés est de formuler les problèmes génériques de conception et développement des SI de production sous forme de contradictions. Ces problèmes génériques sont facilement généralisables aux SI Techniques. Le modèle générique de contradiction utilisé pour construire le framework de problèmes clés provient d'OTSM-TRIZ (Khomeenko et Kucharavy 2002). La démarche de formulation des contradictions d'évolution d'une classe de système (ici les SI Techniques) est la suivante (cf. Figure 59) :

- description de la classe partielle de systèmes ;
- identification des fonctions à remplir par cette classe de systèmes ;
- identification des paramètres de performance de chaque fonction.

Les contradictions d'évolution de référence, ou problèmes clés, sont alors les contradictions entre deux paramètres de performance d'une même fonction. Elles s'expriment à travers un élément caractéristique, qui est l'attribut du système sur lequel la contradiction va se cristalliser ; c'est à dire sur lequel un conflit de valeur va apparaître.

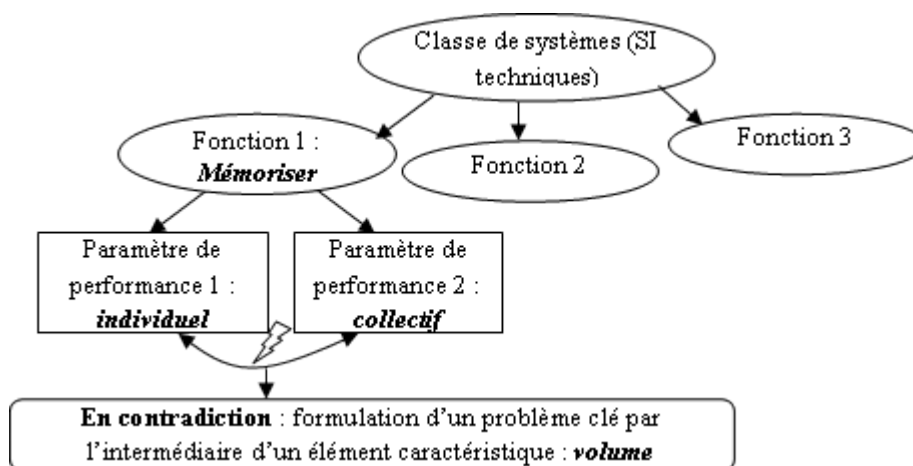


Figure 59: Démarche de formulation des problèmes –clés (Goepf et Kiefer 2006b)

Cette démarche a été appliquée aux SI de production et complètement développée dans (Goepf 2003). Le résultat est un framework de problèmes-clés, comportant trois contradictions relatives respectivement au volume des informations, leur degré de spécificité

et leur liberté décisionnelle (cf. Figure 60). Fondamentalement, les contradictions sont liées au double objectif du système d'information qui doit à la fois satisfaire chaque usager (performance individuel) et contribuer à la bonne marche de l'organisation (performance collective).

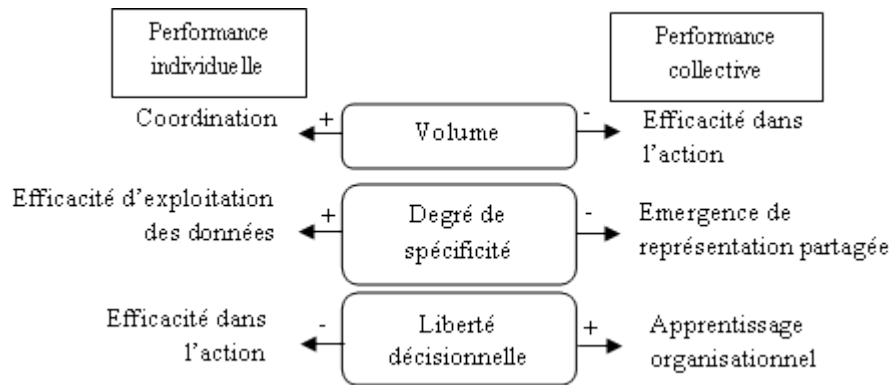


Figure 60: Framework de problèmes-clés (Goepf et Kiefer 2006a)

La démarche d'exploitation, détaillée dans (Goepf et al. 2006), associée aux problèmes-clés est composée de 3 étapes :

- Recherche des contradictions avérées,
- Définition des « architectures extrêmes »,
- Synthèse de l'architecture cible.

Les deux premières étapes supportent la phase d'élicitation des besoins ainsi que la définition des architectures du SI de production dites « extrêmes », en mettant en œuvre des outils complémentaires d'analyse dialectiques issues d'OTSM-TRIZ.

La première étape consiste à déterminer les contradictions avérées sur le SI étudié. L'identification des rôles « individuels » et « collectifs » du SI étudié permet de reformuler les trois contradictions d'évolution pour que leur existence puisse être évaluée par les usagers du SI. Il s'agit de mener les interviews de manière à faire le bilan par rapport au framework. C'est précisément là que cette approche complémentaire prend tout son sens par rapport à l'élicitation des informations relatives à l'alignement. D'une part l'identification d'un désalignement se traduit pour le SI par une contradiction d'évolution, compréhensible par tous les acteurs du SI. D'autre part, toute contradiction relevée sur le SI correspond à un désalignement qui doit être repéré.

La seconde étape a pour but de construire des architectures préliminaires dites « extrêmes » du SI étudié. Ce sont des architectures imaginées pour répondre à des objectifs positionnés aux bornes extrêmes des contradictions avérées. Pour chaque contradiction avérée, deux intensifications élémentaires sont envisageables : l'une privilégiant l'aspect collectif du SI étudié, l'autre l'aspect individuel. Ainsi, pour n contradictions avérées il y a 2^n architectures

« extrêmes » possibles. L'intensification est très efficace pour « provoquer » les usagers, et ainsi récupérer de précieuses informations pour l'alignement.

La troisième étape permet de converger vers une architecture cible, à partir des architectures extrêmes, en réalisant directement l'alignement « macroscopique » du SI à partir du seul modèle « multi-écrans ». La limite de cette utilisation autonome est bien sûr le périmètre limité du SI traité, car tous les aspects de l'alignement n'y sont à l'évidence pas pris en compte. Par contre, dans le cadre d'une utilisation complémentaire au SAM étendu et au modèle « multi-écrans », les problèmes-clés vont pouvoir améliorer considérablement l'élicitation des informations relatives à l'alignement en jouant sur l'intensification du volume, du degré de spécificité et de la liberté décisionnelle du SI.

Apports de chaque modèle pour l'élicitation des informations

Pour représenter la correspondance entre les informations d'alignement et les modèles proposés, nous proposons le diagramme de cas d'utilisation en UML de la Figure 61. En plus des acteurs « manager » et « spécialiste du domaine d'application » nous y avons fait figurer l'acteur « analyste des TI ». Cet acteur représente les différents analystes des TI tels que les cadres dirigeants des TI, les chefs de projet, les architectes, les ingénieurs logiciel, les développeurs, etc. Ces analystes sont concernés, principalement par la gestion stratégique des TI en externe, par son déploiement en interne, et par la mise en œuvre du processus d'alignement des SI Techniques.

Les cas d'utilisation décrits (cf. Figure 61) représentent les besoins d'élicitation propres à chaque acteur. Ils sont en lien avec les spécificités de l'alignement des SI Techniques décrites au paragraphe 3.7 et synthétisé dans le Tableau 6. Ces cas d'utilisation représentent ainsi des cas de spécialisation des points de vue d'alignement de SI. Une couleur a été attribuée à chaque cas d'utilisation afin de signaler le modèle qui pourrait mieux supporter chaque besoin d'élicitation d'information. Le code de couleurs utilisé est décrit ci-dessous :

- Blanc : pour les cas d'utilisation représentant des besoins d'élicitation d'informations pouvant être couverts par le SAM étendu.
- Violet (gris clair) : pour les cas d'utilisation représentant des besoins d'élicitation des informations pouvant être couverts par le modèle « multi-écrans ».
- Gris foncé : pour les cas d'utilisation représentant des besoins d'élicitation d'informations pouvant être couverts par les deux modèles.

Dans les cas d'utilisation où l'approche complémentaire basée sur les contradictions (CBE) peut être utilisée, nous en détaillons également les apports.

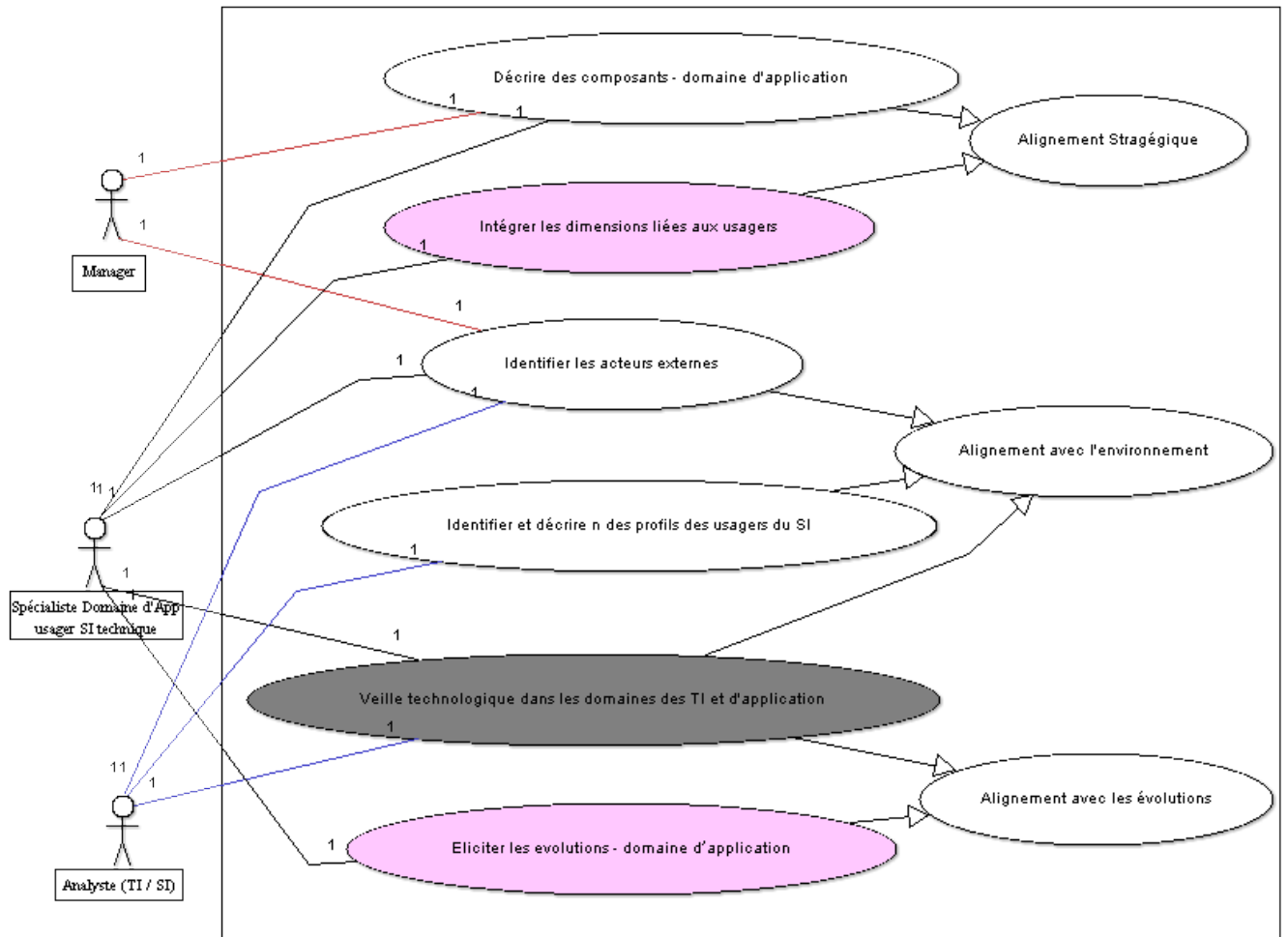


Figure 61. vision globale des cas d'utilisation du SAM étendu et du modèle multi-écrans

Décrire des composants: la prise de décisions relatives aux différents composants des domaines du Business, des TI et du domaine d'application est une activité réalisée par les managers du Business et les cadres dirigeants des domaines des TI et d'application. Nous proposons le SAM étendu comme modèle principal support à l'élicitation de ces informations. En effet, l'instanciation des éléments structurant le SAM étendu (domaine, niveau, composant) est à la portée de ces acteurs.



Figure 62. Diagramme de cas d'utilisation pour la spécificité « Décrire des composants »

Intégrer les dimensions liées aux usagers : une des principales caractéristiques des SI Techniques est la diversité des compétences, des points de vue et des objectifs des usagers. Cette diversité peut rendre difficile la coopération entre eux car, en étant spécialistes de leurs domaines respectifs, ils utilisent des modèles, des techniques, des méthodes et même parfois des langages différents. L'élicitation des dimensions liées aux usagers (coopération entre les acteurs, utilisation des TI) nécessite la construction d'une vision partagée des informations du domaine d'application. Le modèle « multi-écrans » fournit une vision globale, synthétique et partagée des évolutions des plans d'actions des différents domaines et de l'utilisation des TI. Cette vision est fondamentale car elle contribue à la synchronisation de ces plans d'actions, à une meilleure exécution des processus communs et à une meilleure utilisation des TI. Certes efficace pour restituer cette vision synthétique, le modèle « multi-écrans » est limité d'un point de vue opérationnel pour la construire. En effet, le grand nombre de combinaisons d'instanciation possibles liées à la variété des usagers ne facilitent pas cette construction. Le travail autour d'architectures extrêmes, basées sur des variations des paramètres « volume d'information » et « liberté décisionnelle », en utilisant l'approche d'élicitation basée sur les contradictions (CBE) fournit alors un support complémentaire. Elle permet de centrer tous les acteurs sur la vision du SI, puis d'en tirer des conclusions sur les autres points de vue du système. Derrière les contradictions relatives au volume d'informations à traiter, c'est le périmètre des usages du SI qui se clarifie. Derrière les contradictions relatives à la liberté décisionnelle, c'est le niveau d'intégration entre SI et processus qui se clarifie.

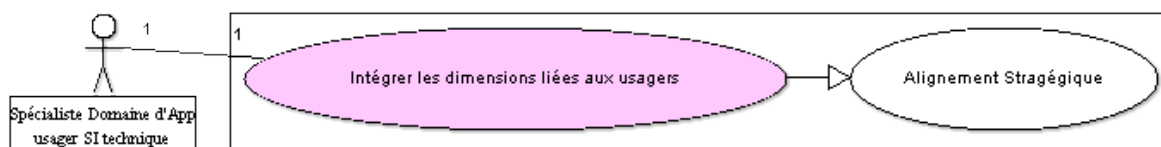


Figure 63. Diagramme de cas d'utilisation pour la spécificité « Intégrer les dimensions liées aux usagers »

Identifier les acteurs externes : l'élicitation des informations concernant les acteurs ou entreprises de l'environnement externe est indispensable afin d'identifier les alliances ou partenariats potentiels pouvant améliorer les compétences concurrentielles. L'élicitation des informations pour l'identification de ces entreprises est réalisée par l'ensemble des acteurs de l'alignement des SI Technique. Les managers du domaine du Business possèdent une vision large des principaux acteurs du marché (clients, concurrents, partenaires économiques et financières, etc.) avec qui des alliances stratégiques pourraient être établies. Les spécialistes du domaine d'application possèdent des informations spécifiques relatives aux acteurs des environnements de la conception et de la production avec qui des alliances sur ces domaines pourraient être établies. Les cadres dirigeants des TI, de la conception et de la production, possèdent également des informations relatives aux principaux fournisseurs de produits et de services dans ces domaines. Afin de réaliser l'élicitation des informations relatives aux

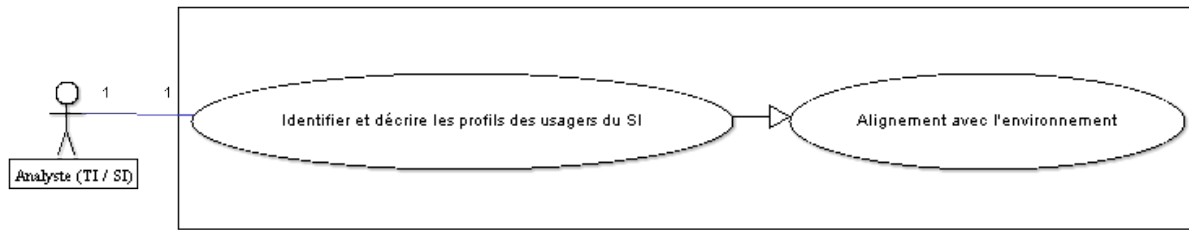


Figure 65. Diagramme de cas d'utilisation pour la spécificité « Identifier et décrire les profils des usagers »

Veille technologique dans les domaines des TI et d'application : l'alignement des SI Techniques avec l'environnement externe et les évolutions incertaines rend la veille technologique incontournable. En effet, la veille technologique qui concerne la collecte, l'analyse et le traitement de l'information sur l'état de l'art et les évolutions des technologies de l'information, de la conception et de la production, facilite la prise de décision sur le choix des technologies les plus appropriées.

Dans l'élicitation des informations concernant la veille technologique, les spécialistes du domaine d'application et les analystes des TI sont impliqués. D'une part, les spécialistes du domaine d'application ont des connaissances et des informations concernant les principales caractéristiques (adaptabilité, opérabilité, performance, etc.) des technologies émergentes de la conception et de la production. D'autre part, les analystes des TI sont au courant des possibilités des TI pouvant être mises en œuvre afin de répondre à l'hétérogénéité et la désynchronisation des cycles de vie des ressources et des infrastructures techniques. Pour éliciter les informations concernant la veille technologique auprès de ces deux types d'acteurs, nous proposons de mettre à contribution les deux modèles de la manière suivante :

- L'instanciation, dans le SAM étendu, des composants « périmètre » et « compétences » du domaine des TI et du domaine d'application peut supporter l'élicitation des informations concernant la veille technologique. En effet, lorsque les spécialistes du domaine d'application et les analystes des TI seront confrontés aux choix technologiques à faire dans ces deux domaines, ils devront réfléchir aux technologies potentielles ainsi qu'à leurs caractéristiques.
- La prévision, à l'aide du modèle « multi-écrans », des états possibles à long terme (« To-Be ») des différentes infrastructures techniques implémentées dans les domaines des TI et d'application supporte la prise de décisions relatives à la synchronisation du déploiement des différentes technologies.

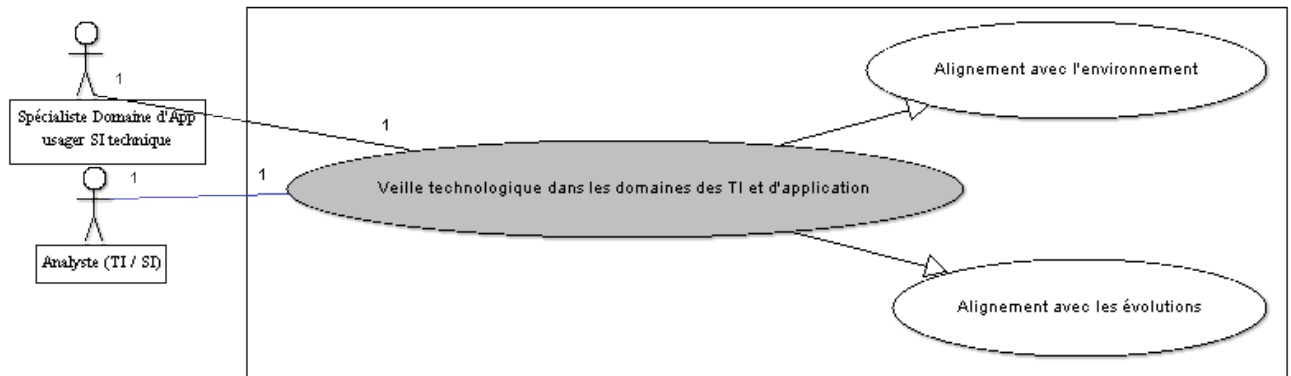


Figure 66. Diagramme de cas d'utilisation pour la spécificité « Veille technologique dans les domaines des TI et d'application »

Eliciter les évolutions du domaine d'application : afin de concevoir des SI Techniques susceptibles de rester alignés plus longtemps, il est nécessaire de considérer, à l'avance, les évolutions potentielles des composants du domaine d'application. Ces évolutions sont souvent difficiles à éliciter à cause de la diversité des points de vue et des objectifs des spécialistes du domaine d'application. Afin de supporter cette élicitation auprès des spécialistes du domaine d'application, nous proposons d'utiliser le modèle « multi-écrans ». L'instanciation des écrans à long terme (« To-Be »), pour le niveau organisationnel correspondant au domaine d'application, peut faire émerger des informations relatives aux états potentiels futurs des composants de ce domaine.

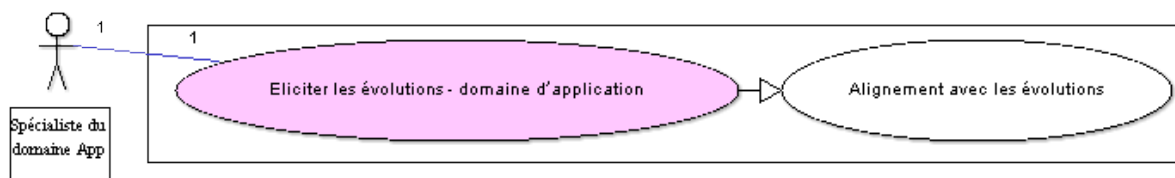


Figure 67. Diagramme de cas d'utilisation pour la spécificité « Eliciter les évolutions du domaine d'application »

5.3.3 Instanciation et exploitation des vues dynamiques

Une fois les informations élicitées par l'instanciation du SAM étendu et du modèle « multi-écrans », l'objectif est de guider l'analyste des TI dans la construction des séquences d'alignement et d'évolution. La construction de ces séquences contribue à l'efficacité de l'analyste de deux manières différentes :

- en limitant son champ d'investigation lorsque la vision de l'alignement est encore confuse ;
- en lui donnant l'opportunité de vérifier la cohérence des buts et des stratégies formulés dans les différents domaines pendant l'instanciation. Ainsi, un désalignement ou une désynchronisation peuvent être repérés, puis traités.

Des mécanismes d'alignement, qui ont été repérés à partir de l'analyse des quatre séquences d'alignement originelles de Henderson et Venkatraman, ont été étendus dans la section 4.4 afin de supporter la construction des séquences d'alignement associées au SAM étendu. Ensuite, par analogie de concepts, des mécanismes d'évolution ont été définis dans la section 5.2.2 afin de supporter la création de l'ensemble séquences d'évolution nécessaires à l'alignement avec les évolutions incertaines. Nous proposons, dans les deux sections suivantes, des directives permettant d'exploiter ces mécanismes pour la construction de séquences d'alignement et d'évolution pertinentes, à partir des informations fournies par les acteurs du processus d'alignement.

Construction de séquences d'alignement

Les activités nécessaires à la construction d'une séquence d'alignement sont présentées dans le diagramme d'activité de la Figure 68. La première activité consiste à identifier et décrire les domaines impliqués à partir de l'instanciation réalisée des composants du SAM étendu et des informations élicitées dans le modèle « multi-écrans ». Compte tenu des objectifs de nos recherches, le domaine interne des TI, i.e. l'« infrastructure technologique et les processus du SI », est un domaine impliqué obligatoire. En effet, il correspond au domaine impacté de la séquence d'alignement.

L'activité « choisir le domaine d'ancrage » consiste à identifier le domaine de démarrage qui va motiver le changement tout au long de la séquence. Une fois le domaine d'ancrage identifié, la nature de la séquence, qui dépend de la position du domaine d'ancrage: externe ou interne, est définie. Lorsque le changement dans l'organisation démarre à cause de décisions prises par les managers, pour adapter la structure interne de l'organisation aux exigences de l'environnement, le domaine d'ancrage sera placé au niveau externe, et la séquence d'alignement aura une nature dite « planifiée ». Par contre, lorsque le changement dans l'organisation démarre en interne, le domaine d'ancrage sera placé au niveau interne et la séquence d'alignement aura une nature dite « émergente ». Une telle séquence peut être liée, par exemple à l'exploitation de nouvelles capacités des infrastructures internes ou des ressources humaines, et qui impactent le niveau externe ou stratégique, par exemple par la modification des caractéristiques des produits fournis par l'entreprise.

Si la séquence d'alignement possède une nature planifiée, l'identification des domaines pivots est toujours possible à partir de l'instanciation réalisée des composants du SAM étendu et des informations élicitées dans le modèle « multi-écrans ». On choisira les domaines pivots parmi ceux dont l'instanciation a pu, dans un premier temps, être réalisée. Il faut définir l'ordre d'enchaînement de ces domaines pivots. Pour ce faire, nous préconisons de s'appuyer sur les séquences d'alignement de nature planifiée proposées pour les domaines de conception et production dans le chapitre 4. La conduite d'une séquence peut mettre en évidence un

désalignement entre les décisions des différents domaines. Il doit alors être résolu en exploitant, le cas échéant, l'approche d'élicitation des informations basée sur les contradictions.

Si la séquence d'alignement possède une nature émergente, une séquence d'alignement préparatoire comportant un nombre indéterminé d'intégrations fonctionnelles entre les domaines d'application, du Business et des TI prend place au niveau interne. Pour y parvenir, les acteurs impliqués doivent parvenir à instancier les composants de niveau « interne » du SAM étendu ainsi que les écrans correspondants du modèle « multi-écrans ». L'approche d'élicitation des informations basée sur les contradictions permet, à partir des premières contradictions identifiées pour le SI, d'acquérir rapidement les informations essentielles nécessaires pour formuler une synthèse du niveau interne. Ensuite, un ajustement stratégique inverse doit permettre d'aligner le niveau interne et le niveau externe. Finalement une séquence d'alignement planifiée doit logiquement prendre place afin de compléter la séquence préparatoire et impacter de manière classique le domaine interne des TI.

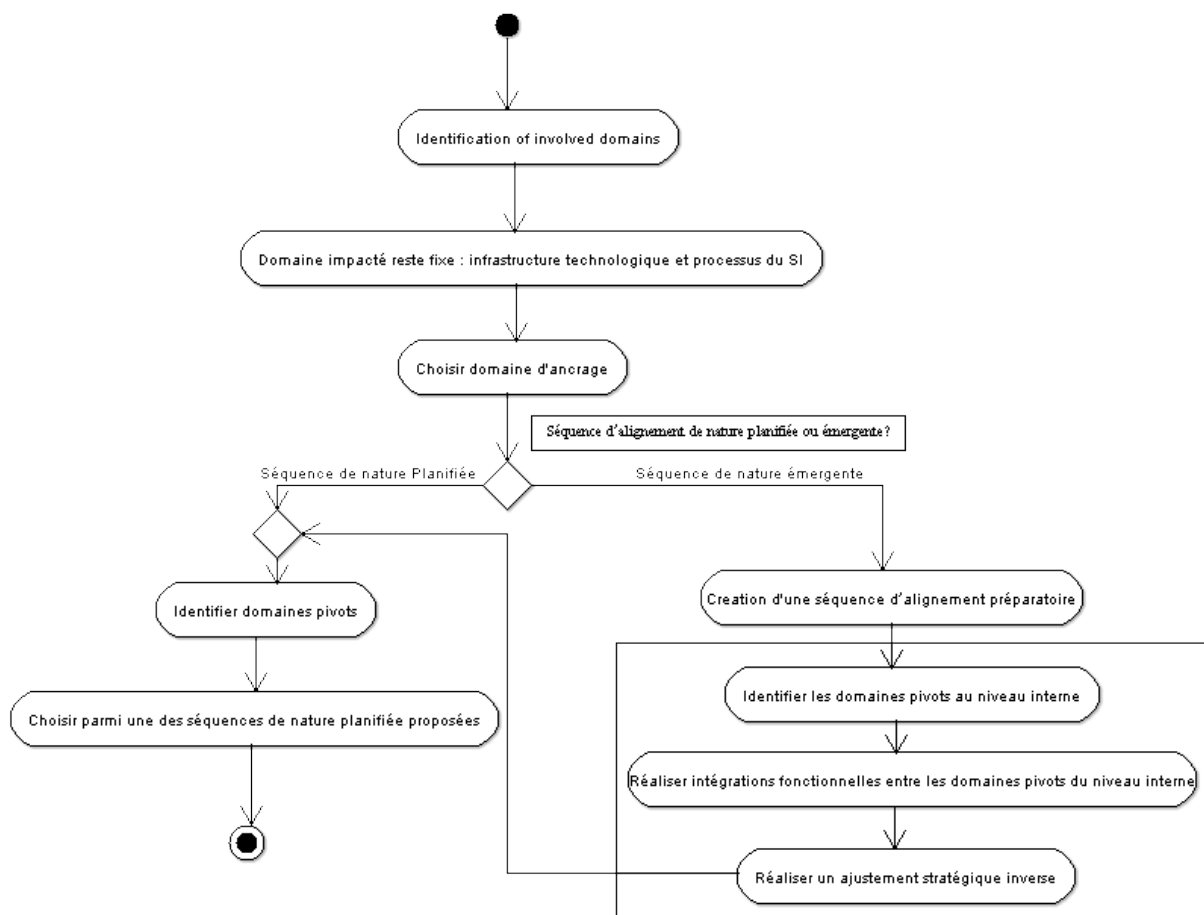


Figure 68. Diagramme d'activité pour la création des séquences d'alignement

Construction de séquences d'évolution

Afin de construire l'ensemble de séquences d'évolution nécessaires à l'alignement avec les évolutions, il faut choisir les niveaux organisationnels, dont les conditions initiales ou les évolutions à long terme requièrent des changements au sein de l'organisation. Pour ces niveaux organisationnels, une analyse de l'état actuel ainsi que des objectifs à long terme est réalisée à l'aide du modèle « multi-écrans » par l'instanciation des horizons temporels « actuel » (As-Is) et « long terme » (To Be). Cette analyse va permettre de clarifier les besoins de l'organisation pour concevoir un SI robuste et évolutif à « court/moyen terme ».

Pour les niveaux organisationnels retenus, une hiérarchisation à partir de l'origine de la demande d'évolutions (Business, TI/SI, domaine d'application) est nécessaire, afin de déterminer l'ordre de création des séquences d'évolution. Une fois les niveaux hiérarchisés, nous décrivons dans la Figure 69 un ensemble de directives permettant de créer une séquence d'évolution démarrant dans chacun de ces niveaux.

La première activité consiste à instancier et décrire l'écran d'ancrage de la séquence, qui d'après le mécanisme d'évolution A, prend toujours place dans l'horizon temporel « actuel » (As-Is). Cette instanciation peut permettre d'analyser et décrire l'état de lieux de l'écran d'ancrage. Cet écran peut être décrit à partir :

- Des informations fournies par les différents spécialistes du domaine d'application : ces informations sont directement élicitées en utilisant le modèle « multi-écrans ».
- Des informations fournies par les managers du Business, les cadres dirigeants des TI et les cadres dirigeants du domaine d'application : ces informations peuvent être élicités en utilisant le SAM étendu ou le multi-écrans.

Compte tenu des objectifs de nos recherches l'écran impacté correspond lui toujours aux descriptions de l'« infrastructure technologique et des processus du SI » (niveau organisationnel TI/SI) à « court ou moyen terme ».

Ensuite, il faut réaliser une synchronisation temporelle au niveau organisationnel choisi pour l'écran d'ancrage. Il s'agit de décrire des projections concernant les objectifs et les stratégies de ce niveau sur l'écran « long terme » (« To-Be »). Cela permettra d'identifier les futurs besoins pouvant impliquer de nouvelles fonctionnalités pour le SI. L'instanciation de cet écran est normalement réalisée à partir des informations fournies par les managers du Business ainsi que par les cadres dirigeants des domaines des TI et d'application. Ces informations peuvent être obtenues directement sur le modèle « multi-écrans », ou extraites de l'instanciation des composants du SAM étendu. Ainsi l'écran à « long terme » de même niveau organisationnel que l'écran d'ancrage prend le rôle d'écran pivot et ouvre sur deux possibilités :

- *Un ajustement systémique* permettant un alignement avec les évolutions à long terme des autres niveaux organisationnels, ou
- *Une synchronisation temporelle* permettant de décrire les évolutions à court/moyen terme en fonction de l'actuel et du long terme.

Afin de faire le choix du prochain écran pivot, il faut tenir compte du fait que d'autres séquences aient déjà été décrites ou non.

Dans le cas de la première séquence d'évolution, les deux possibilités (ajustement systémique ou synchronisation temporelle) sont possibles. En effet, le choix de l'ordre d'enchaînement des écrans pivots peut se faire librement en prenant en compte :

- Les écrans dont l'instanciation a déjà été réalisée par les acteurs ;
- Le mécanisme d'évolution C, indiquant les écrans pivots potentiels (Business-Court/Moyen Terme, Business-Long Terme, Domaine d'Application-Court/Moyen Terme, Domaine d'application-Long terme, TI/SI-Long Terme).

Dans l'autre cas, le choix de l'ordre d'enchaînement des écrans pivots doit se faire en prenant en compte :

- Les écrans dont l'instanciation a déjà été réalisée par les acteurs ;
- Le mécanisme d'évolution C indiquant les écrans pivots potentiels ;
- Le mécanisme d'évolution D, agissant sur l'ensemble de perspectives, et qui indique que (i) l'écran correspondant au niveau organisationnel « Business » à long terme doit être impérativement un écran pivot ; (ii) sur un horizon temporel au moins les écrans des trois niveaux organisationnels doivent être reliés par deux ajustements temporels

Enfin, il s'agit de procéder aux descriptions de l'« infrastructure technologique et processus du SI » (niveau organisationnel TI/SI) à « court ou moyen terme » en alignement avec les descriptions des autres écrans.

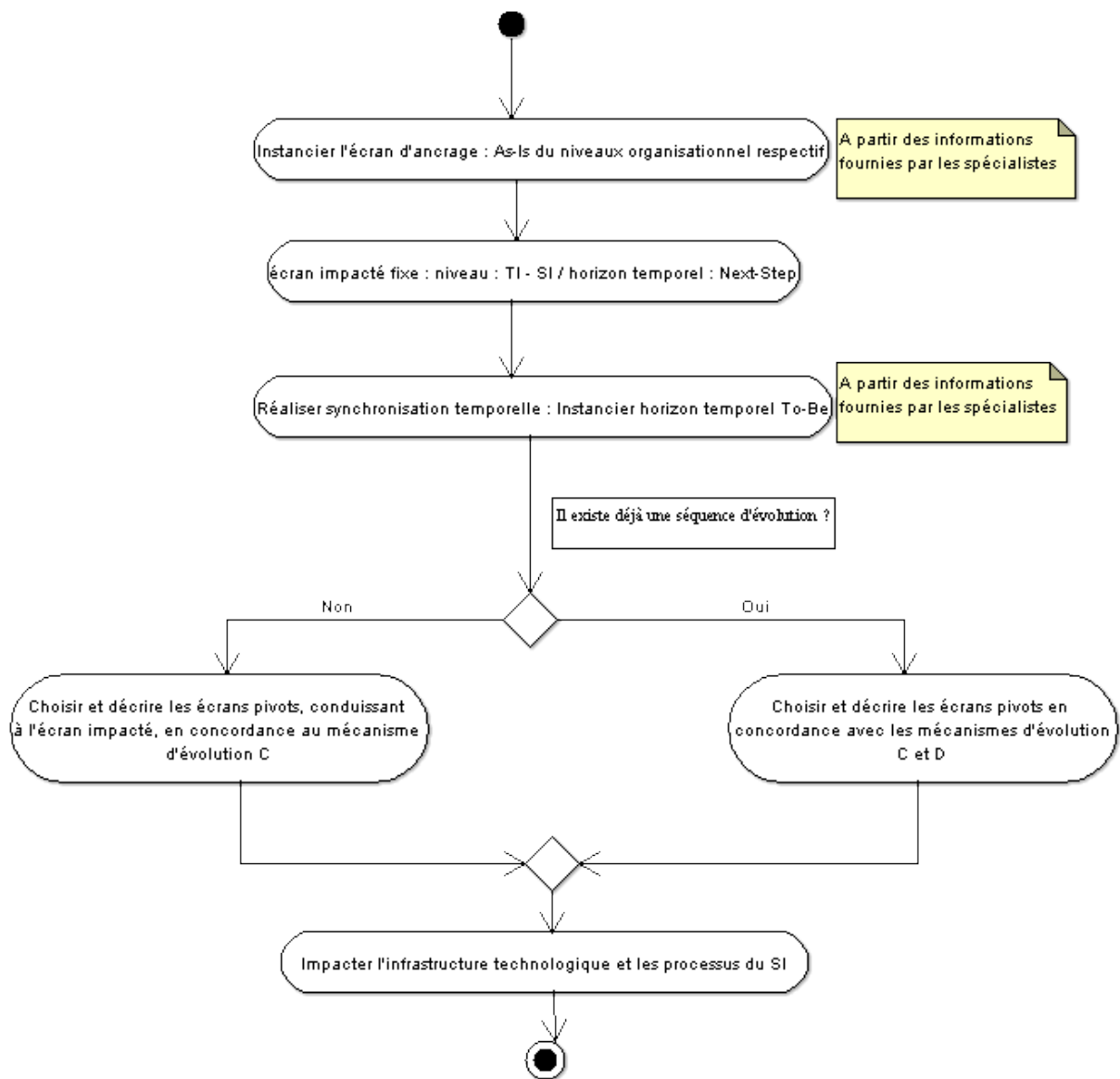


Figure 69. Diagramme d'activité pour la création de séquences d'évolution

5.4 Démarche d'alignement

Afin de supporter l'alignement complet des SI Techniques, nous proposons une démarche d'alignement à partir des trois principes d'utilisation conjointe définis précédemment. En effet, ces trois principes ont permis d'identifier :

- Le mode d'interaction entre les deux modèles : par le partage des instances des éléments structurant leurs vues statiques ;
- Les principales fonctions des deux modèles : élicitation des informations, construction de séquences d'alignement et d'évolution.

5.4.1 Interaction et fonctions support à l'alignement des modèles

Les éléments structurant la vue statique des deux modèles ainsi que leurs fonctions de support à l'alignement ont été formalisés en utilisant un diagramme de classes (cf. Figure 70). Ce diagramme a été construit à partir du diagramme de classes décrivant le partage d'instances de la section 5.3.1 (cf. Figure 58). Il incorpore, en plus, la description des éléments constitutifs des classes « SAM-Etendu », « Multi-Ecrans » et « Decision ».

Les classes « SAM-Etendu » et « Multi-Ecrans » comportent les principales caractéristiques de la structure statique, et les fonctions de support à l'alignement de chaque modèle. Les attributs de chaque classe décrivent les éléments structurant la vue statique des deux modèles : domaine, niveaux et composant pour le SAM étendu ; niveaux organisationnel, horizon temporel et écran pour le modèle multi-écrans.

Concernant les opérations de chaque classe, nous avons décrit les fonctions des deux modèles dans le processus d'alignement (cf. Figure 70). Ces fonctions ont été tirées des principes d'utilisation « Instanciation des vues statiques pour l'élicitation » et « instanciation et exploitation des vues dynamiques » :

- Le principe « Instanciation des vues statiques pour l'élicitation » a permis d'identifier les fonctions support potentielles des deux modèles aux besoins d'élicitation des informations d'alignement. Ainsi, nous avons alloué :
 - A la classe « SAM-Etendu » les opérations : « Décrire des composants » (DescriptionComposants), « Elicitation des Information des profils » (ElicitationInfoprofil), « Elicitation des Informations des Acteurs Externes » (ElicitationInfoActeurEx) et « Veille technologique dans les domaines des TI et d'application » (ElicitationInfoVeille);
 - A la classe « Multi-Ecrans » les opérations : « Intégrer les dimensions liées aux usagers » (ElicitationInfoDimUsager), « Veille technologique dans les domaines des TI et d'application » (ElicitationInfoVeille) et « Elicitation des évolutions du domaine d'application » (ElicitationEvolutions).
- Le principe « instanciation et exploitation des vues dynamiques » a permis de décrire les directives nécessaires pour la construction des séquences d'alignement et d'évolution. Ces directives ont été définies à partir des mécanismes d'alignement et d'évolution. Ainsi, nous avons alloué :
 - A la classe « SAM-Etendu » les opérations : « Construction des séquences d'alignement » (ConstructionSeqAlign) et « Identification du désalignement » (IdentificationDesalignement). Cette dernière opération fait référence au support apporté à l'analyste pour la conduite d'une séquence d'alignement. Pendant cette phase de travail, l'analyste est amené à exploiter les opérations déjà décrites pour supporter l'élicitation des informations. De plus, il y est amené à repérer et traiter des désalignements. Le résultat en est une instanciation complémentaire des attributs de la classe « SAM-Etendu », via ces mêmes opérations. Nous suggérons pour ce faire d'exploiter l'approche d'élicitation des informations basée sur les contradictions (CBE),

à partir des désalignements observés. C'est pour souligner l'importance de cette identification des désalignements, que nous choisissons d'y consacrer une opération. Au stade actuel de nos travaux, le processus d'observation des désalignements reste largement informel. La description détaillée de l'opération support qui y est consacrée est donc encore impossible. Une fois ce point clarifié, une opération « Conduite des séquences d'alignements », sollicitant toutes les autres opérations proposées pourra être envisagée ;

- A la classe « Multi-Ecrans » les opérations : « Construction des séquences d'évolution » (ConstructionSeqEvol) et « Identification de la désynchronisation » (IdentificationDesynchronisation). Nous choisissons cette dernière opération, plutôt qu'une opération plus large « Conduite des séquences d'évolution », pour des raisons identiques à celle de l'opération « Identification des désalignements ».

La classe « Decision » comporte les principaux attributs de la structure de cette classe. En effet, d'après le principe « partage d'instances », la décision constitue l'élément commun de partage permettant l'interaction entre les deux modèles (cf. Figure 70).

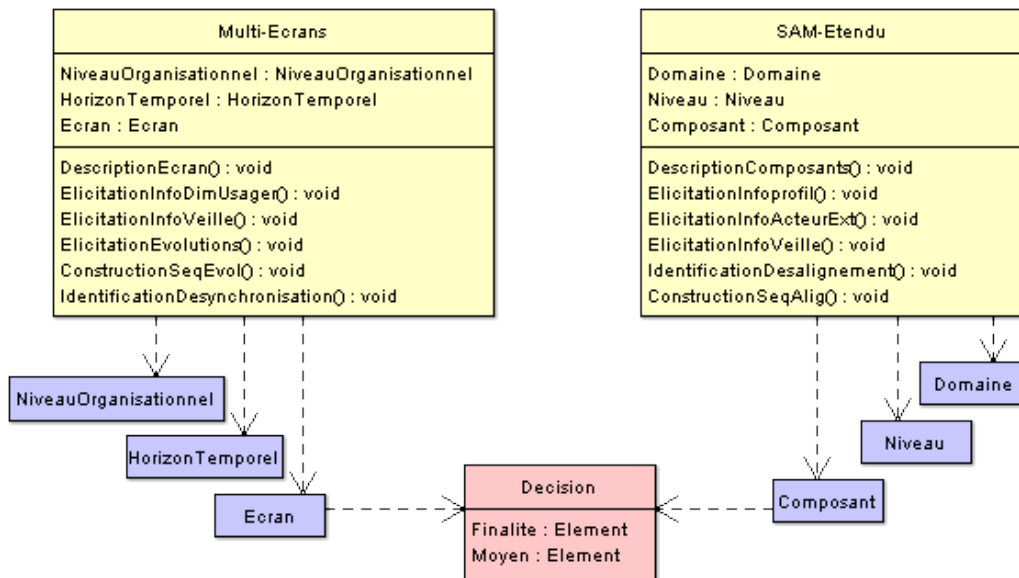


Figure 70. Diagramme de classes des éléments et fonctions du SAM étendu et du modèle « multi-écrans »

5.4.2 Démarche d'alignement

Les attributs et les opérations des classes « SAM-Etendu » et « Multi-Ecrans » constituent des moyens supports au processus d'alignement complet des SI Techniques. Plusieurs démarches d'alignement, conformes aux principes exposés dans ce chapitre, peuvent être construites en utilisant ces moyens. Nous proposons dans cette section une démarche minimale adaptée aux spécificités de l'alignement complet des SI Techniques.

Pour la formaliser, nous utilisons un diagramme d'activités en UML (cf. Figure 71) structuré en quatre étapes. Chaque étape comporte des activités et des objets créés à partir des classes que nous proposons. Ces éléments sont organisés en trois couloirs d'activités :

- Le premier couloir, point de démarrage, décrit les activités de la démarche d'alignement proposée ;
- Le deuxième couloir décrit l'implication des objets principaux (« Multi-Ecrans » et « SAM-Etendu »), et leurs opérations pour la réalisation de chaque activité ;
- Le troisième couloir décrit l'implication des objets permettant le partage de l'information (« Ecran », « Composant » et « Decision ») et leurs interactions entre eux ainsi qu'avec les objets principaux (« Multi-Ecrans » et « SAM-Etendu »).

La première étape, qui comporte les deux premières activités de la démarche, consiste à éliciter les informations relatives à l'état actuel (As-Is) de l'organisation et de son environnement.

La première activité de cette étape consiste à l'élicitation des informations utiles à l'alignement auprès de managers du Business ainsi que des cadres dirigeants des domaines d'application et des TI. Ces informations concernent essentiellement le niveau externe ou stratégique de ces trois domaines. Pour les managers du Business ce sont par exemple les types de produits ou services fournis, les niches de marché visées, les clients, qui définissent le périmètre d'activité de l'entreprise. Pour les cadres dirigeants du domaine d'application, ce sont par exemple la capacité de production, la taille et la localisation des installations, les partenariats ou les coopérations en cours les approvisionnements ou la réalisation de pièces. etc. L'analyste peut s'appuyer directement sur les composants du SAM étendu, en exploitant les opérations de l'objet « SAM -Etendu » qui vont permettre l'instanciation de l'attribut « Composant ».

La deuxième activité de cette étape consiste à l'élicitation des informations utiles à l'alignement auprès des spécialistes du domaine d'application. Ces informations concernent, essentiellement le niveau interne ou structurel de ce domaine. Pour les spécialistes du domaine de la conception il s'agit par exemple des procédures, des activités et des techniques qui définissent le processus de conception produit, ou la structure organisationnelle du bureau d'études. L'analyste peut s'appuyer sur le modèle « multi-écrans », en exploitant les opérations de l'objet « Multi-Ecrans », qui vont permettre l'instanciation de l'attribut « Ecran ».

Un échange d'information entre l'objet « SAM-Etendu » et l'objet « Multi-Ecrans », afin de compléter les deux modèles, est possible car leurs attributs respectifs, « Composant » de la classe « Composant » et « Ecran » de la classe « Ecran » comportent tous les deux de décisions de la classe « Decision » (cf. troisième étape/troisième couloir - Figure 71).

La deuxième étape, qui contient une seule activité, consiste à détecter le ou les désalignements dans l'état actuel (As-Is), entre les composants, déjà instanciés au cours de

l'étape précédente, des domaines du Business, des TI et d'application du SAM étendu. Pour ce faire, nous proposons à l'analyste de construire la séquence d'alignement entre ces composants en exploitant l'opération correspondante de l'objet « SAM-Etendu ». Cela facilite l'observation des désalignements, dont l'opération support de l'objet « SAM-Etendu » reste à développer.

La troisième étape, qui comporte deux activités, consiste à éliciter les informations relatives aux prévisions de l'état à long terme (« To-Be ») de l'organisation et de son environnement, puis à construire la séquence d'évolutions enchaînant les évolutions des niveaux organisationnels impliqués.

La première activité de cette étape consiste à éliciter des informations sur les évolutions à long terme (« To-Be ») des composants des domaines du Business et du domaine d'application. L'élicitation de ces informations est réalisée auprès des trois acteurs du processus d'alignement :

- Les managers : concernés par les évolutions du domaine du Business ;
- Les spécialistes du domaine d'application : concernés par les évolutions du domaine d'application,
- Les analystes des TI, concernés par les évolutions du domaine des TI, surtout en ce qui concerne la veille technologique

Les deux modèles, le SAM étendu et le modèle « multi-écrans » sont impliqués dans cette activité. D'après le principe d'utilisation conjointe « élicitation des informations », le SAM étendu et le modèle « multi-écrans » comporte de fonctions, supportant l'élicitation de ces informations pour la « Veille technologique dans les domaines des TI et d'application » et les « évolutions du domaine d'application ». Ces fonctions, placées dans le compartiment des opérations de l'objet « Multi-Ecrans » et de l'objet « SAM-Etendu », vont permettre, respectivement, l'instanciation de l'attribut « Ecran » à long terme et « Composant ».

De même que pour les deux premières étapes de la démarche, un échange d'information entre l'objet « SAM-Etendu » et l'objet « Multi-Ecrans » est possible car leurs attributs respectifs, « Composant » de la classe « Composant » et « Ecran » de la classe « Ecran » comportent tous les deux de décisions de la classe « Decision » (cf. troisième étape/troisième couloir - Figure 71).

La deuxième activité de cette étape consiste en la création de la séquence d'évolution à l'aide du modèle « multi-écrans ». Pour y parvenir les fonctions « description d'écran » et « construction de séquences d'évolution » placées dans le compartiment des opérations de l'objet « Multi-Ecrans » sont utilisés. Cette activité est réalisée par l'analyste des TI à partir des informations élicitées. Elle respecte les directives pour la construction de séquences

d'évolution données dans le principe d'utilisation conjointe « conduite de l'alignement et de l'évolution ».

La quatrième étape, qui comporte une activité, consiste à construire, dans le SAM étendu, une séquence d'alignement impactant le domaine interne des TI « infrastructure technologique et processus du SI » à court/moyen terme. Pour y parvenir, la fonction « construction de séquences d'alignement », placée dans la partie opérations de l'objet « SAM-Etendu », est utilisée. La construction de la séquence est réalisée par l'analyste des TI, à partir des informations déjà élicitées sur le SAM étendu et le modèle « multi-écrans » pour la détection du désalignement (étape 2), et la construction de la séquence d'évolution (étape 3).

Cette proposition de démarche doit avant tout être perçue comme le cœur d'un processus d'alignement complet des SI Techniques. Elle est bien sûr itérative, et relativement modulaire par la nature des interactions entre les modèles supports proposés. Le chapitre suivant illustre l'exploitation de ce cœur de démarche sur un cas d'étude industriel.

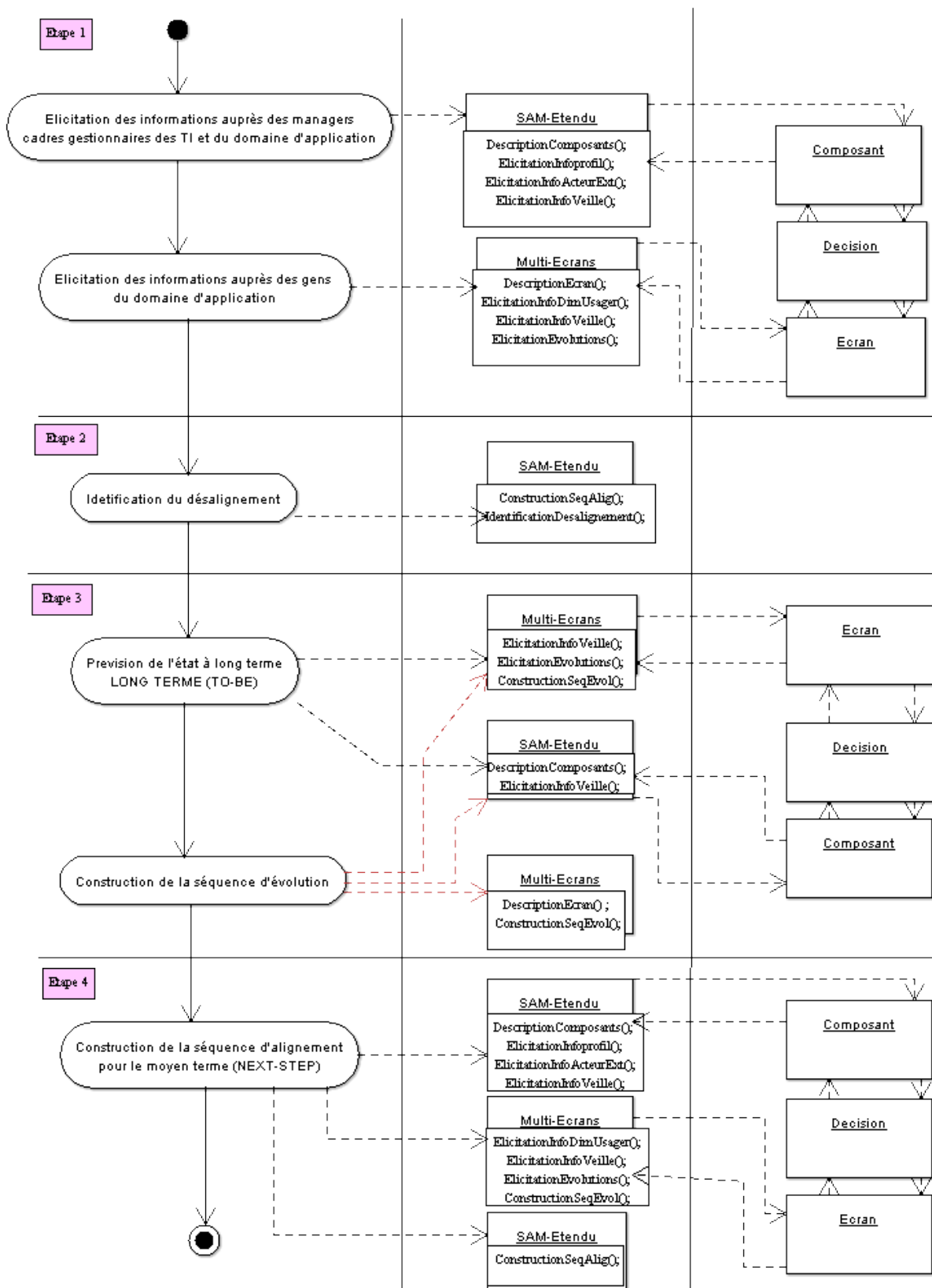


Figure 71. Activités et objets de la démarche minimale d'alignement des SI Techniques

Chapitre 6 : Cas d'Etude chez ALSTOM Transport

6.1 Contexte du cas d'étude

Le cas d'étude concerne la société de développement de matériel de transport ferroviaire ALSTOM Transport. Il se place dans le cadre d'un processus de réponse à un appel d'offre pour un important marché.

Une caractéristique importante et nouvelle de cet appel d'offre est que le client ne fournit pas à l'avance la configuration détaillée des trains à proposer. Le client impose un périmètre de réponse, en termes de combinaisons d'options, d'équipements techniques et d'aménagement passagers. Ce périmètre est forcément plus large que le périmètre du futur marché réel. En d'autres termes, si l'appel d'offre est remporté, toutes les possibilités qui auront été envisagées dans la réponse à l'appel d'offre, ne seront en aucun cas effectivement commandées. Ainsi, la modularité est un choix de conception, qui s'impose à tous les niveaux du train. Il s'agit d'une caractéristique essentielle pour couvrir efficacement les exigences du client en termes de variabilité du produit. Que ce soit au niveau de la taille du train et de sa densité de passagers (qui conditionnent sa capacité), du type de traction et des équipements de signalisation à mettre en œuvre (liés aux lignes à exploiter), et des options d'aménagement.

Ce projet impose une réflexion de l'entreprise sur la mise en place de moyens efficaces de gestion des variantes, et ce à différents horizons :

- (i) à court terme pour le processus de réponse à l'appel d'offre. La première difficulté qui se présente concerne la gestion documentaire de l'appel d'offre. Le processus existant de réponse à l'appel d'offre ainsi que le SI associé, permettent de créer la documentation décrivant un type de train dans le cadre d'une réponse à un appel d'offre. Y inclure la description de toutes les variantes possibles conduirait à une documentation peu lisible pour le futur client. L'objectif initialement formulé est de pouvoir fournir « à la carte » une documentation particulière pour chaque variante de train possible. Le principe de modularité est donc décliné aussi pour la documentation.
- (ii) à long terme pour le processus de conception détaillée, si l'appel d'offre est remporté, la difficulté concerne la gestion de la diversité sur l'ensemble de variantes de train à produire. Ainsi, une réflexion autour de la modularité (niveau de description de la nomenclature de composants) et de la généricité (une seule voiture générique et adaptable ou plusieurs voitures) devait être réalisée.

Dans ce chapitre nous présentons, dans la première section, le contexte du cas d'étude au sein de la société ALSTOM Transport. Il est à noter que certaines informations fournies dans le contexte, pour des raisons de clarté, ne sont en fait apparues qu'au cours du processus d'alignement. Nous détaillons ensuite, dans la seconde section, le processus d'alignement du SI suivi, qui a conduit à définir l'architecture du SI à mettre en place. Ce processus d'alignement est mis en perspective avec la démarche que nous proposons au chapitre 5. Enfin la troisième section résume les choix techniques faits au niveau de l'application informatique conçue.

6.1.1 Contexte technico-économique

Le client, une grande entreprise nationale centrée sur le transport ferroviaire, va renouveler sa flotte de trains régionaux, activité en forte expansion. L'originalité de cet appel d'offre réside dans le fait que la configuration exacte des trains à fournir n'est pas connue à l'avance. La variabilité de la configuration porte sur 40 options (cf. Figure 72). Les plus importantes sont :

- Le type de traction : électrique (diverses tensions), diesel ou bimodal (électrique + diesel) ;
- Le type de diagramme : régional, inter-ville, périurbain. Pour simplifier, ce paramètre concerne la densité de passagers et le débit des flux d'Entrée / Sortie de passagers dans le train.
- La taille : petit porteur (composé de 3 voitures), moyen porteur (composé de 4 voitures), gros porteur (composé de 6 voitures) ;
- Les pays desservis : France, Allemagne, Suisse ; Ceci conditionne les équipements de signalisation à embarquer.
- Les zones d'aménagement : localisation (numéro de voiture) et nature (espace vélo, espace bagages, espace skis, etc.) ;
- Equipement de sécurité : type de signalisation, équipement GPS, communication sol/bord.

La valeur de ces options dépend des besoins du client dans chaque région. Par exemple pour les aménagements, dans une région avec un relief montagneux où les voyageurs pratiquent les sports d'hiver, le client commandera un train équipé avec un espace de rangement spécifique pour les skis.

Parmi ces options, il y a bien sûr des règles d'incompatibilité. Ces règles sont imposées par des considérations purement techniques, ou par des considérations commerciales liées à une étude du besoin réalisée par le client. Il n'est, par exemple, pas possible de configurer un train composé de trois voitures pour l'Allemagne.

L'ensemble de toutes les combinaisons possibles entre les valeurs de ces options définit le périmètre des variantes de train à traiter pour cet appel d'offre.

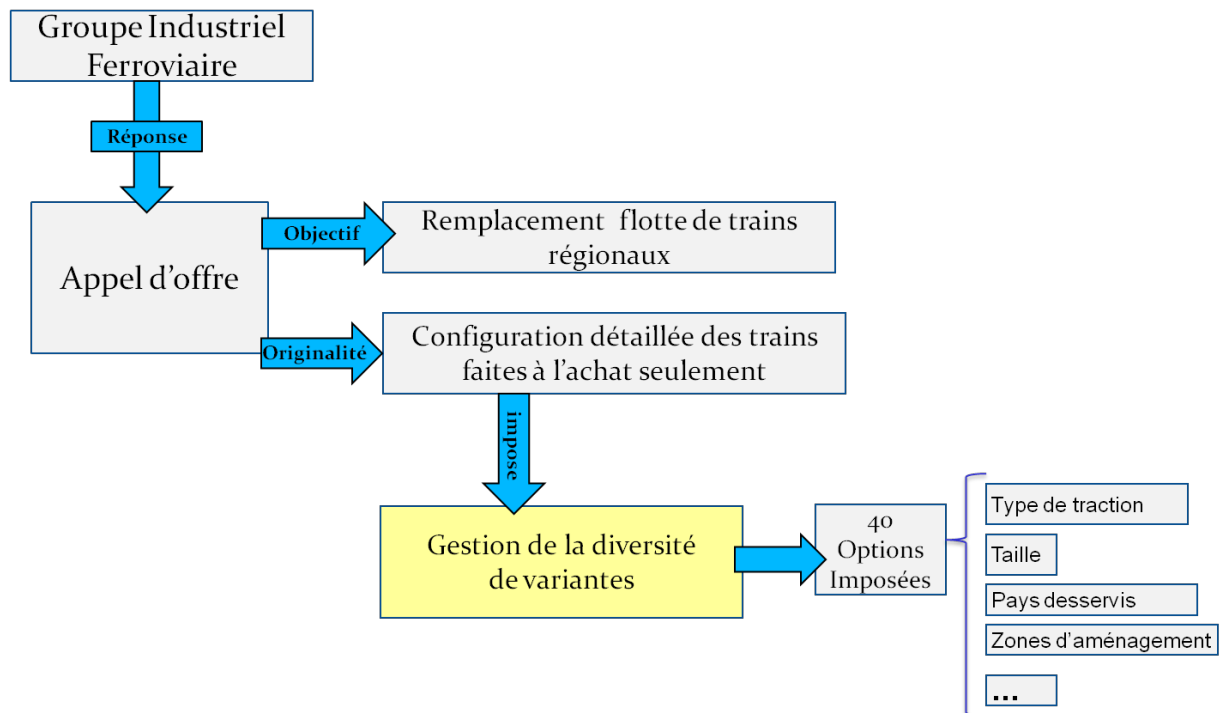


Figure 72. Contexte du cas d'étude

6.1.2 Formulation initiale du besoin

La réponse à un appel d'offre est une documentation décrivant le futur produit. Il est donc normal que la première réflexion, quant à l'impact de l'augmentation de la variabilité des trains, en regard des précédents projets, porte sur les moyens garantissant une gestion efficace de cette documentation. Il s'agit de répondre à la question comment générer la documentation correspondant à chaque variante, à partir des choix d'options donnés par le client. En effet, il est rapidement apparu qu'une documentation complète, dans laquelle le client devrait lui-même retrouver les sections décrivant exactement une variante qu'il imagine, serait malcommode d'usage. Les risques d'erreurs dans la sélection des sections, et les contraintes de navigation dans une documentation unique donc forcément étendue, ont rapidement éliminé cette solution pourtant habituelle. L'objectif est donc d'exploiter les options de configuration pour générer la documentation juste nécessaire, correspondant à la variante du train. Par exemple, en simplifiant, le document intitulé « traction/freinage électrique » décrivant les choix proposés pour ces technologies, ne doit apparaître que dans la documentation des variantes où la valeur de l'option « type de traction » est « électrique ».

Pour y parvenir, il a été décidé d'implémenter un support technologique de gestion de variantes de train, et de génération de la documentation associée. Cette gestion concerne la

création, la modification et la suppression de variantes, et bien entendu la production de la documentation associée. En plus, cette application pourrait, une fois l'appel d'offre remporté, servir de base au processus de conception et de maintenance du train.

Il s'avère, en outre, au fil de l'étude que le groupe industriel présentant la réponse à l'appel d'offre était perçu, par le client, en retard, par rapport à son principal concurrent, dans le domaine de la gestion de la diversité des configurations. Il devait donc d'autant plus prouver, au client, sa capacité de gérer la complexité de la configuration de variantes, afin de remporter l'appel d'offre. Démontrer que l'on maîtrise les TI nécessaires pour produire une documentation modulaire, c'est donner des gages au client quant à sa future capacité à maîtriser des produits modulaires. Ce second aspect de la problématique a d'ailleurs été formalisé au cours de l'alignement.

6.1.3 Les acteurs, le partenariat

Le partenariat entre ALSTOM Transport et le laboratoire LGeCo de l'INSA de Strasbourg apportait à ce groupe industriel l'expertise en développement et implémentation de SI du LGeCo. Il permettait au LGeCo, d'une part, de déployer ses travaux dans le domaine des SI sur un processus de conception, et d'autre part d'avoir un champ d'expérimentation sur l'alignement avec un périmètre important (grand groupe industriel). Alors qu'habituellement les champs d'applications concernent les PME (périmètre moins large) et le processus de production.

Une analyse préliminaire de l'état initial du SI support à la gestion des variantes et à la conception des trains a montré :

- *Support existant* : Dans un premier temps, le groupe industriel a essayé de supporter la gestion des variantes par l'utilisation de TI simples : une feuille de calcul d'un tableur. Cette feuille de calcul comportait les composants d'un train dit « générique » (avec tous les équipements possibles) en lignes et les options de configuration en colonnes. C'est la réponse immédiate envisagée par les acteurs du processus de conception pour répondre au nouveau besoin. Les limites atteintes par cette solution ont déclenché le projet d'évolution du SI.
- *L'existence du projet « roadmap PLM »* : ce projet, piloté de manière centralisée pour tout les sites du groupe industriel, vise à déployer un logiciel de gestion du cycle de vie de produit PLM (Product Life-cycle Management). Le rapprochement entre les fonctionnalités fournies par le PLM - telles que les arborescences de composants, les options de configuration liées aux composants et les règles d'incompatibilité entre les options - et les besoins du projet a été fait en cours d'alignement. L'exploitation du PLM pour implémenter des fonctions requises par la gestion des variantes a conduit à intégrer

comme « acteurs TI », d'une part, le fournisseur du PLM, et d'autre part la direction centrale des TI du groupe. Le fournisseur a comme rôle d'intégrer la technologie, la direction centrale des TI celui de coordonner ce projet avec le « roadmap » PLM. La section suivante illustre le déploiement de la démarche d'alignement des SI Techniques que nous proposons.

6.2 Application de la démarche

Après avoir présenté le contexte du projet, nous allons appliquer la démarche d'alignement définie dans le chapitre précédent.

6.2.1 Etape 1 : description de l'état actuel (As-Is)

L'étape de description de l'état actuel consiste à éliciter les informations relatives aux conditions initiales des domaines du Business, des TI et de la conception, au début du projet. Cette étape comporte les activités « élicitation des informations auprès des managers » et « élicitation des informations auprès des spécialistes du domaine d'application ».

La première activité, « élicitation des informations auprès des managers », est réalisée à l'aide du SAM étendu, pour le domaine de la conception. Dans la Figure 73, les composants du SAM étendu instanciés par les managers et les cadres dirigeants sont repérés en couleur grise. La description de l'instanciation de ces composants est détaillée ci-dessous :

- Dans le domaine de « Business » apparaît la « stratégie du Business » dont le but principal est de remporter l'appel d'offre. Pour ce faire, il fallait satisfaire les besoins du client. Ces besoins ont été élicités lors de l'instanciation de deux composants de la stratégie du Business :
 - *Périmètre du Business* : pour l'appel d'offre ni les caractéristiques ni la configuration des trains à fournir n'était connue à l'avance. Ainsi, le périmètre de l'offre à présenter doit porter sur un ensemble de variantes de trains, que le client configurera seulement au moment de l'achat, à partir d'un panel d'options, et en partie seulement ;
 - *Compétences du Business* : mise en place de moyens efficaces de gestion des variantes de trains (configuration, sauvegarde, édition, etc.) et de gestion de la documentation associée à ces variantes dès l'appel d'offre. Ainsi, des moyens effectifs, tels que des procédures et des technologies, doivent être déployés afin de traiter cet aspect.
- Dans le domaine de « Conception » apparaît l'« infrastructure et processus de conception » dont l'objectif principal est de mettre en place un processus de gestion de la documentation associée aux variantes potentielles. Les caractéristiques du processus de gestion de documentation existant ont été élicitées, lors de l'instanciation du composant « *Processus de conception* » du domaine de conception.
- Dans le domaine des « Technologies de l'Information », les cadres dirigeants des TI indiquent que le support informatique nécessaire au processus de documentation de

variantes de train était fourni par l'« infrastructure technologique et processus du SI » Ceci impose, ou suggère, selon le point de vue, un certain nombre de standards concernant les technologies et les architectures. Les caractéristiques de l'outil informatique existant ont été élicitées lors de l'instanciation du composant « *Architecture technique du SI* » du domaine des TI. Ce composant consiste en la création et l'adaptation d'une feuille de calcul d'un tableur pour supporter le processus de gestion de la documentation. Le traitement avec la feuille de calcul s'est avéré inadapté.

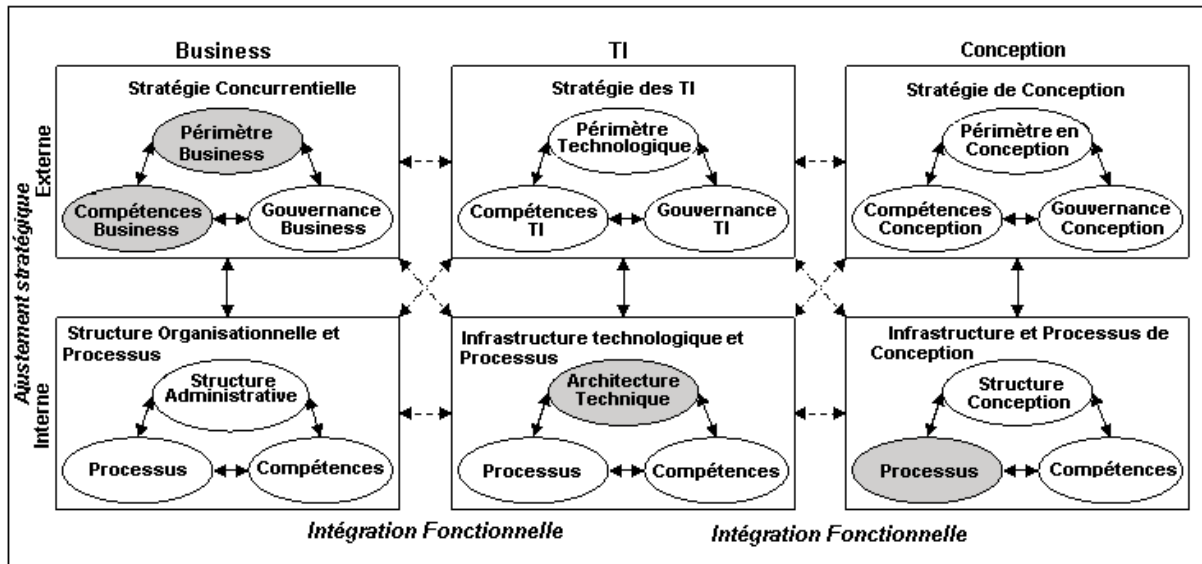


Figure 73. Domaines du SAM étendu instanciés pour la description de l'état actuel

La deuxième activité, « élicitation des informations auprès des spécialistes du domaine d'application », est réalisée à l'aide du modèle « multi-écrans ». Dans la Figure 74, les écrans du multi-écrans instanciés par les spécialistes du domaine de conception sont affichés en couleur gris. La description de l'instanciation de ces écrans est détaillée ci-dessous :

- Au niveau organisationnel « Conception » deux écrans ont été instanciés :
 - *Le court/Moyen terme (Next-Step)* : lors de l'instanciation de l'écran à court/moyen terme, l'objectif initial du domaine de conception a été élicité. Il s'agissait de fournir la documentation pour l'appel d'offre.
 - *L'actuel (As-Is)* : les contraintes liées à la gestion de la documentation ont été élicitées, lors de l'instanciation de l'écran correspondant à l'horizon temporel « actuel » (As-Is). Ces contraintes sont décrites comme suit : (i) l'organisation de la documentation associée à chaque variante doit être adaptée à une variante définie par le client ; (ii) le client définit sa variante à partir du choix des options.
- Au niveau organisationnel « TI et SI », les caractéristiques de l'outil informatique existant ont été élicitées, lors de l'instanciation de l'écran correspondant à l'horizon temporel « actuel » (As-Is). En effet, il s'agissait d'une feuille de calcul d'un tableur qui possédait entre 350 et 400 lignes correspondant aux composants d'un train dit « générique » (avec tous les équipements possibles), et 40 colonnes correspondant aux

options de configuration du train. Parmi ces options, il y avait des règles d'incompatibilité difficiles à implémenter avec cette technologie.

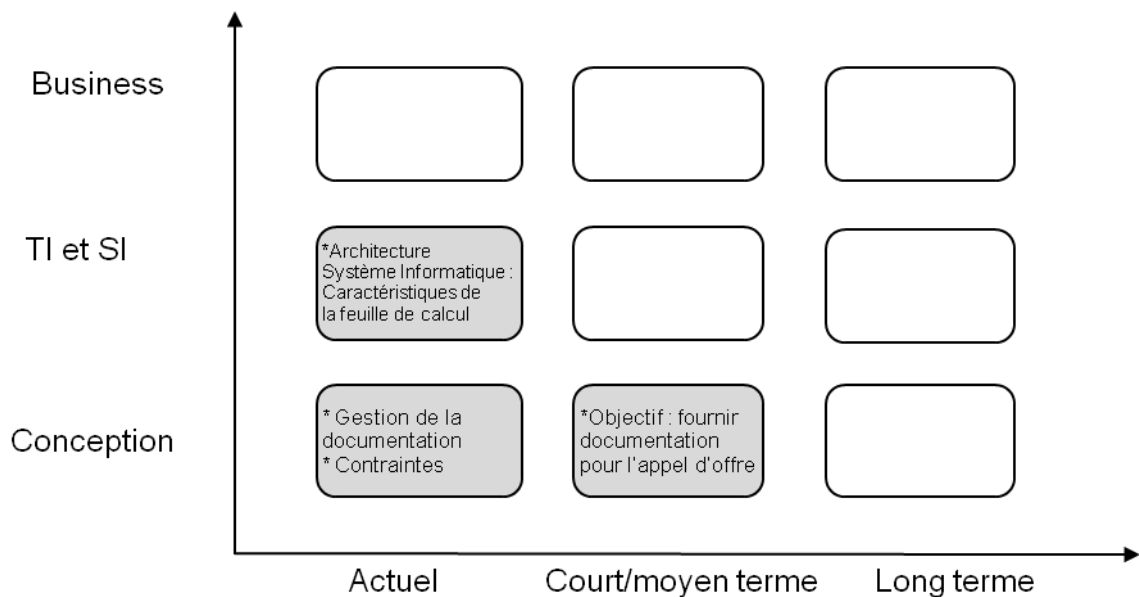


Figure 74. Ecrans du modèle « multi-écrans » instanciés pour la description de l'état actuel

Les informations élicitées à l'aide du SAM étendu et du modèle « multi-écrans » sont partagées mutuellement afin de compléter les deux modèles. Ainsi, l'objectif de fournir la documentation pour l'appel d'offre » élicité, lors de l'instanciation de l'écran à court/moyen terme du niveau organisationnel « conception », est placé dans le composant « périmètre » du domaine de conception du SAM étendu. Les informations intégrées au SAM étendu seront utilisées dans la prochaine étape pour détecter le désalignement.

6.2.2 Etape 2 : Identification du désalignement

Cette étape consiste à détecter le désalignement actuel (à l'horizon temporel As-Is) entre les domaines impliqués. Pour ce faire, nous construisons une séquence d'alignement incluant les domaines déjà instanciés (donc impliqués) puis nous la déroulons pour détecter le désalignement principal à l'origine du projet.

Pour construire la séquence, nous nous appuyons sur l'opération « création de séquences d'alignement » associé à la classe « SAM-Etendu » (cf. Figure 70).

La première activité de cette démarche consiste à identifier les domaines impliqués à aligner. D'après les informations élicitées auprès des spécialistes de la conception, des managers et des cadres dirigeants, ces domaines correspondent :

- Au domaine du Business : l'objectif principal dans ce domaine est de remporter l'appel d'offre. Un sous-objectif a été élicité par l'instanciation du composant « *périmètre* » : présenter une offre dont le périmètre doit porter sur un ensemble de variantes de train que

le client peut configurer à l'achat. Afin d'atteindre ces objectifs, l'organisation doit acquérir de nouvelles compétences. Celles-ci ont instancié le composant « *compétences* ». Il s'agit de la mise en place de moyens efficaces de gestion des variantes de trains et de gestion de la documentation associée ;

- Au domaine de la conception : dont le composant « *processus de conception* » définit l'objectif « fournir la documentation pour l'appel d'offre » et le moyen : « conception d'un processus permettant de générer la documentation associée à chaque variante, en prenant en compte les contraintes données par le client ».
- Au domaine des TI dont le composant « *architecture technique du SI* » définit le moyen informatique support : une feuille de calcul d'un tableur qui possède entre 350 et 400 lignes correspondant aux composants et 40 colonnes correspondant aux options de configuration du train;

Le domaine impacté correspond toujours à l'« infrastructure technologique et processus du SI » dont le seul composant instancié est « *architecture technique du SI* » (cf. Figure 75). On veut concevoir une application support à la gestion des variantes et de la documentation associée.

L'activité suivante est de choisir le domaine d'ancrage. Rappelons que ce domaine correspond au domaine initiateur du changement. Dans notre cas c'est la stratégie de Business, pour obtenir de nouvelles capacités concurrentielles en vue de remporter l'appel d'offre (cf. Figure 75).

Ainsi, la séquence possède une nature planifiée. L'activité suivante est d'identifier les domaines pivots. Il ne reste que deux domaines pour prendre ce rôle, il s'agit domaine externe de conception, à savoir, la « stratégie de conception » (élicité à l'aide du modèle « multi-écrans » dans l'étape précédente) et du domaine interne de conception, à savoir, l'« infrastructure et processus de conception » (cf. Figure 75).

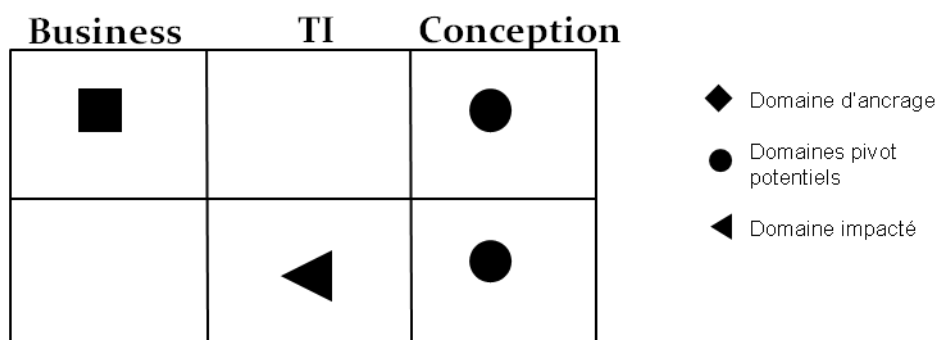


Figure 75. Domaines d'ancrage, impacté et pivots potentiels

L'activité suivante est de choisir une séquence d'alignement afin de définir l'ordre d'enchaînement des domaines. La démarche de création de séquences d'alignement préconise de s'appuyer sur les séquences d'alignement de nature planifiée proposées dans le chapitre 4.

Ces séquences ont été créées à partir des mécanismes d'alignement étendus nécessaires pour l'alignement correct des domaines impliqués. Lorsque la stratégie concurrentielle est le domaine d'ancrage, trois séquences d'alignement sont possibles (cf. Figure 76). Les deux premières séquences consistent à décliner la *stratégie concurrentielle* via une stratégie de conception appropriée. La troisième consiste à mettre en œuvre la *stratégie concurrentielle* à travers la re-conception de la structure administrative et les processus organisationnels.

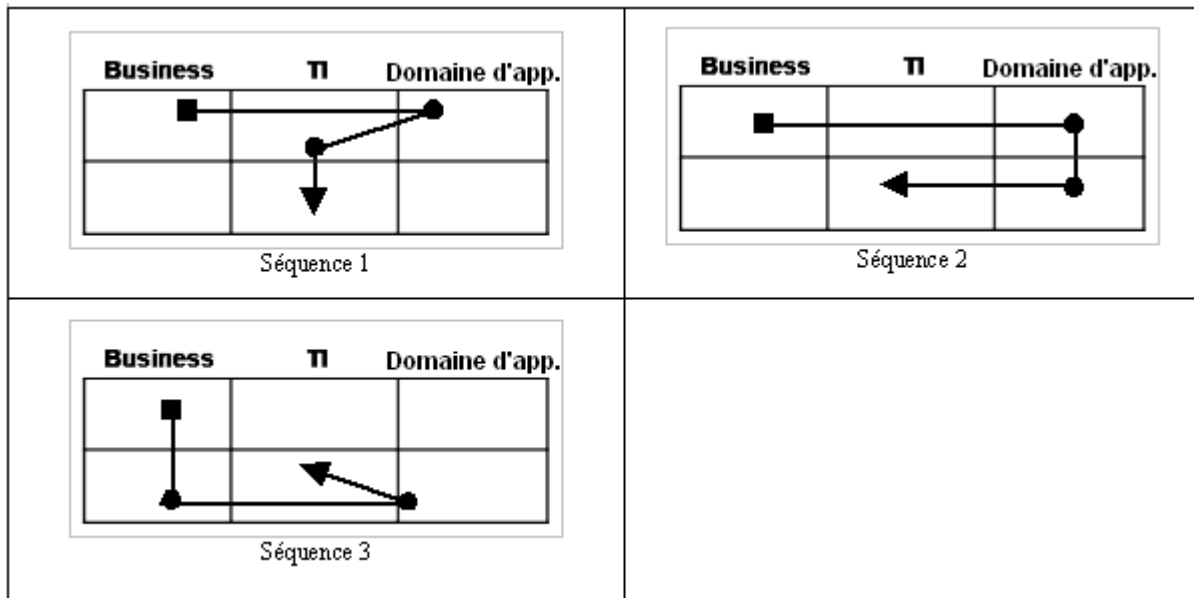


Figure 76. Séquences potentielles pour la description de l'état actuel

Compte tenu des domaines pivots potentiels seule la séquence deux convient. En effet, dans le cadre du cas d'étude, la stratégie concurrentielle (remporter l'appel d'offre) est supportée par la stratégie de conception (fournir la documentation pour l'appel d'offre) (lien 1 - Figure 77). Cette stratégie de conception a été déclinée par la définition du processus de gestion des variantes et de la documentation associée (lien 2 - Figure 77). Ensuite, une intégration fonctionnelle entre le domaine interne de la conception (processus de gestion des variantes et de la documentation) et le domaine interne des TI (feuille de calcul) a été tentée (lien 3 - Figure 77). Ce support technologique a été mis en œuvre sans avoir réfléchi à une stratégie des TI, qui aurait pu rechercher les meilleures solutions technologiques en externe. En outre, les exigences de configuration de variantes telles que la grande quantité de composants (entre 350 et 400), le nombre d'options proposées (40) et la complexité des règles d'incompatibilité entre ces options, n'ont pas été soigneusement prises en compte. C'est pourquoi le traitement avec la feuille de calcul s'est avéré inadapté. Ainsi, un désalignement entre le processus de gestion des variantes et de la documentation et les TI support s'est montré évident.

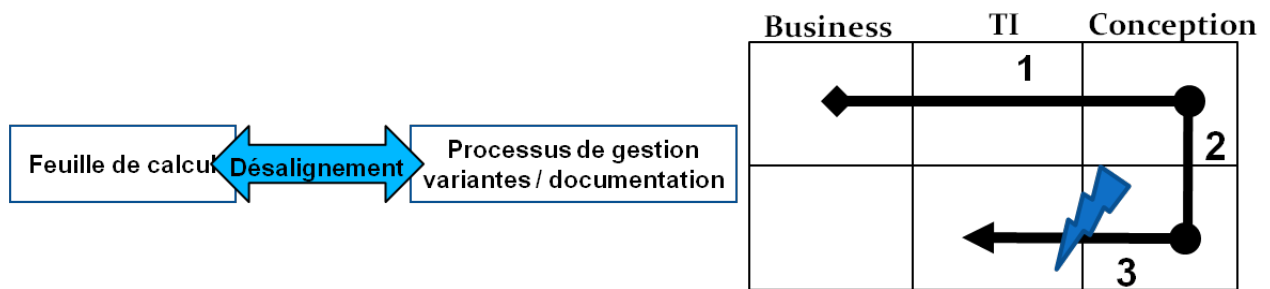


Figure 77. Désalignement de l'existant (As-Is)

6.2.3 Etape 3 : Prévisions à long terme et séquences d'évolution

L'étape « prévision des évolutions à long terme et construction de la séquence d'évolution » comporte deux activités :

- élicitation des informations relatives aux prévisions de l'état à long terme (To-Be) de l'organisation et de son environnement,
- et construction de la séquence d'évolution enchaînant les évolutions des niveaux organisationnels impliqués.

6.2.3.1 Elicitation des informations relatives aux prévisions de l'état à long terme

Cette activité consiste à éliciter des informations sur les évolutions à long terme (To-Be) de l'ensemble des composants des domaines impliqués dans la séquence « désalignée » identifié dans l'étape précédente. Dans notre cas d'étude il s'agit des domaines du Business, des TI et de la conception.

Pour éliciter ces informations, nous nous appuyons sur les opérations : « Elicitation des évolutions » de la classe « Multi-Ecrans » ainsi que sur l'opération : « Veille technologique dans les domaines des TI et d'application » des deux classes, « SAM-Etendu » et « Multi-Ecrans » (cf. Figure 70).

Dans un premier temps, nous avons travaillé avec les managers du Business et les spécialistes du domaine de conception afin d'éliciter des prévisions à long terme concernant le positionnement du groupe industriel sur le marché ferroviaire, et les modes de conception de train. Ces prévisions ont été élicitées à l'aide de la vision multi-écrans. Dans la Figure 78, les instanciations des écrans à long terme sont repérées en couleur grise. La description de l'instanciation de ces écrans est détaillée ci-dessous :

- Au niveau organisationnel « Conception » :
 - Long terme (To-Be) : concevoir des trains modulaires
- Au niveau organisationnel « Business » :
 - Long terme (To-Be) : offrir des trains personnalisés aux client, i.e., permettre aux clients de configurer eux mêmes leurs trains.

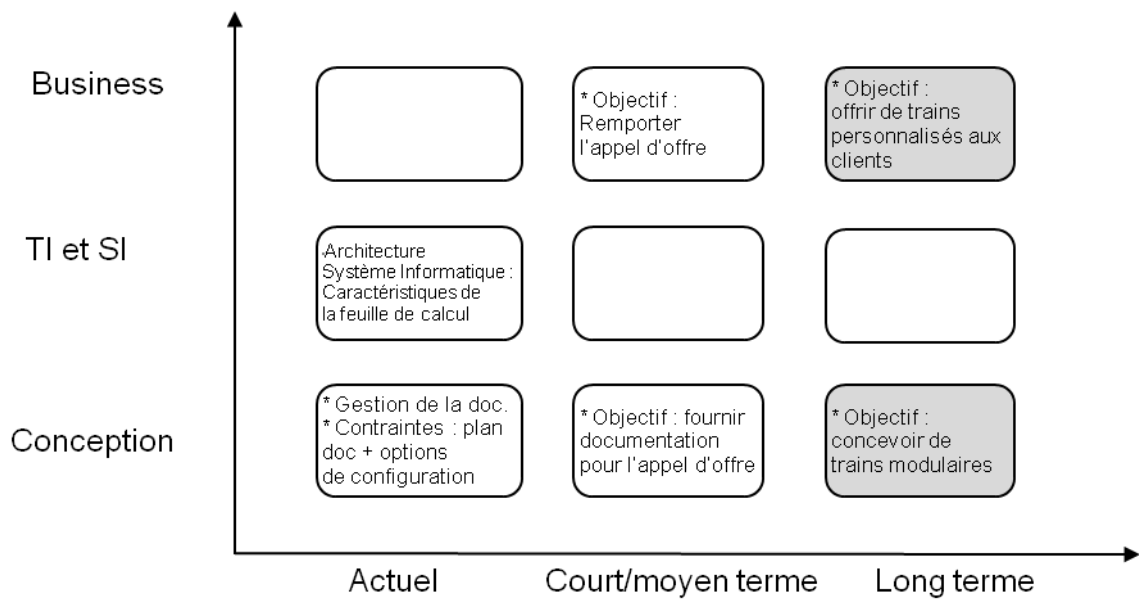


Figure 78. Prévisions à long terme pour les domaines du Business et de la conception

Ensuite nous avons travaillé avec les cadres dirigeants des TI afin d'éliciter des prévisions à long terme concernant les nouvelles technologies que l'entreprise cherchait à implémenter. Ces prévisions ont été élicitées à l'aide du SAM étendu par l'instanciation des composants « périmètre » et « compétences » du domaine des TI. En effet, dans un premier temps, le but était de confronter les cadres dirigeants des TI aux besoins potentiels à long terme, liés aux évolutions des domaines du Business et de la conception. Cette confrontation a fait émerger des informations clés concernant les choix potentiels en termes de TI ainsi que les projets technologiques en cours d'exécution. Dans la Figure 79, les instanciations correspondantes des composants du SAM étendu sont repérées en couleur grise.

Dans le domaine des « TI » apparaît la « stratégie des TI » avec deux composants :

- *Périmètre technologique* : implémentation d'une application PLM (Product life-cycle management). Il s'agit du projet « RoadMap PLM » qui vise à paramétrer puis déployer un logiciel PLM pour la gestion du cycle de vie des trains dans l'ensemble du groupe. Le PLM avait été choisi récemment et son paramétrage et son déploiement était en cours de planification.
- *Compétences des TI* : lors de l'instanciation de ce composant, des informations clés concernant la structure et les fonctionnalités du PLM ont émergé. En effet, le PLM choisi comporte des arborescences composées de nœuds d'objets métiers tels que des composants, des options de configuration de produit, et des documents. Ce PLM offre la possibilité de relier ces composants entre eux mais aussi de définir de règles d'incompatibilité entre eux.

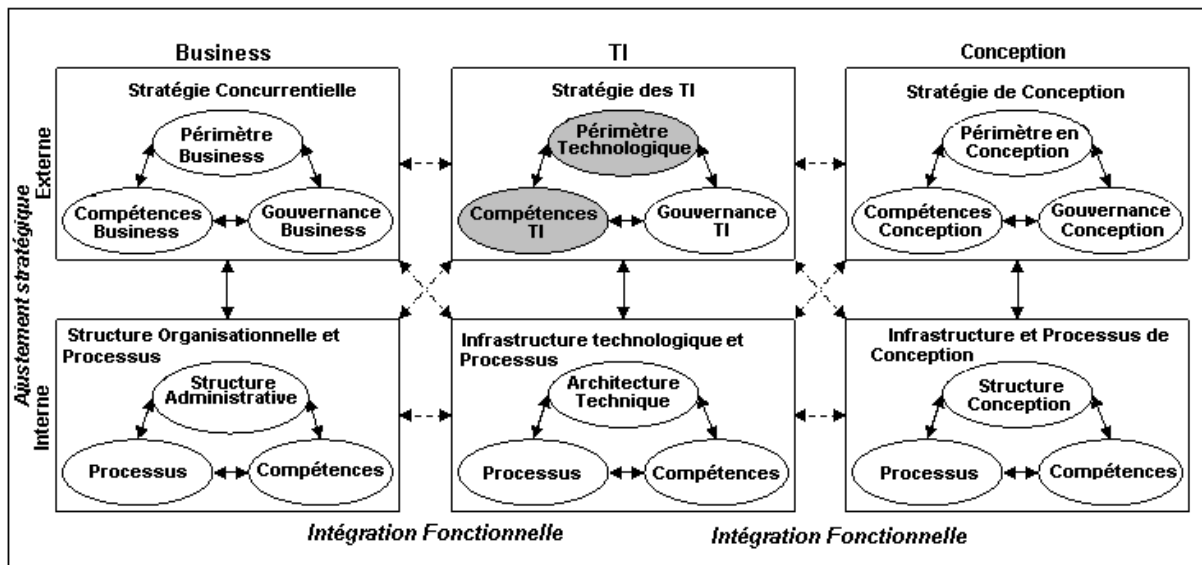


Figure 79. Domaines du SAM étendu instanciés pour la description veille technologique

Les informations élicitées à l'aide du SAM étendu ont été intégrées au modèle « multi-écrans ». Ainsi, l'écran correspondant au niveau organisationnel « TI et SI » à l'horizon temporel « long terme » a pu être renseigné. Ces informations seront utilisées, au cours de la deuxième activité de cette étape, pour construire la séquence d'évolution.

6.2.3.2 Construction de l'ensemble de séquences d'évolution

Cette activité consiste à construire l'ensemble de séquences d'évolution entre les écrans instanciés jusqu'à présent. La construction de ces séquences va permettre d'assurer la cohérence, aux différents horizons temporels, des décisions et des activités des niveaux organisationnels impliqués. Cela va permettre l'alignement du SI Technique (à concevoir à court/moyen terme) avec les évolutions des différents niveaux organisationnels.

Pour construire la séquence, nous nous appuyons sur l'opération « création de séquences d'évolution » de la classe « SAM-Etendu » (cf. Figure 70).

Cette démarche préconise, tout d'abord, de hiérarchiser les niveaux organisationnels impliqués en fonction de l'ordre dans lequel le besoin d'évolution a été ressenti. Cela afin de déterminer l'ordre de création des séquences d'évolution. Nous avons choisi le niveau organisationnel « conception » pour démarrer la première séquence d'évolution car c'est ce service qui a fait appel à nous en premier. La séquence d'évolution démarre ainsi au niveau de l'écran du niveau organisationnel « conception » dans l'horizon temporel « actuel ». Cet écran prend le rôle d'écran d'ancrage. Cet écran a déjà été instancié avec le processus de gestion de la documentation associé à la création de variantes, ainsi qu'avec les contraintes de cette gestion liées aux exigences du client (cf. Figure 80).

L'activité suivante consiste à choisir l'écran impacté. Compte tenu des objectifs du projet, l'écran impacté correspond toujours aux descriptions du niveau organisationnel TI/SI à « court ou moyen terme » (cf. Figure 80).

Ensuite, la démarche préconise de réaliser une synchronisation temporelle au niveau organisationnel « conception » permettant de décrire ou de vérifier les projections concernant les objectifs de ce niveau sur l'écran « long terme » (lien 1 - Figure 80). Cet écran a déjà été instancié dans l'activité précédente à partir des informations fournies par les cadres dirigeants du domaine de la conception. Ainsi, cette synchronisation temporelle consiste à faire de sorte que le SI Technique cible, pensé originellement pour la gestion de documents, puisse également évoluer pour supporter à long terme la conception de trains modulaires.

Ainsi, l'écran « conception » à « long terme » prend le rôle d'écran pivot et ouvre sur deux possibilités : (i) un ajustement systémique permettant de vérifier la cohérence des objectifs et stratégies aux niveaux organisationnels « conception » et « Business » à long terme ; (ii) une synchronisation temporelle permettant de vérifier l'alignement des horizons temporels long terme et court/moyen terme, au niveau organisationnel « conception ». Nous avons choisi de réaliser l'ajustement systémique entre les niveaux « conception » et « Business » (lien 2 - Figure 80) car, d'une part, l'objectif de concevoir de trains modulaires est nécessaire pour pouvoir offrir et vendre de trains personnalisés aux clients, et d'autre part l'objectif de fournir à court terme de la documentation pour l'appel d'offre, sera prise en compte dans la quatrième étape, « alignement stratégique ».

Ainsi, l'écran « Business » à « long terme » prend le rôle d'écran pivot et ouvre, à nouveau, sur deux possibilités : (i) un ajustement systémique permettant de vérifier la cohérence des objectifs et stratégies aux niveaux organisationnels « Business » et « TI et SI » à long terme ; (ii) une synchronisation temporelle permettant de vérifier l'alignement des horizons temporels long terme et court/moyen terme au niveau organisationnel « Business ». Nous avons choisi de réaliser l'ajustement systémique entre les niveaux « Business » et « TI et SI » (lien 3 - Figure 80), car :

- La structure et les fonctionnalités du PLM (arborescences d'objets, règles d'incompatibilité, etc.) pouvaient faciliter l'implémentation, sur le système informatique, de la logique de gestion des variantes et de la documentation. De plus, l'intégration de la gestion des variantes dans le cadre du projet « RoadMap PLM » permet d'alimenter la réflexion sur la modélisation de la nomenclature des composants des trains dans le PLM d'un point de vue de la modularité.
- L'objectif du Business à court terme de remporter l'appel d'offre sera pris en compte dans la quatrième étape, « alignement stratégique ».

Pour finir la séquence d'évolution, il ne reste que plus qu'à impacter l'écran du niveau « TI et SI » à court/moyen terme par une synchronisation temporelle permettant de vérifier l'alignement des horizons temporels long terme et court/moyen terme à ce niveau organisationnel (lien 4 - Figure 80).

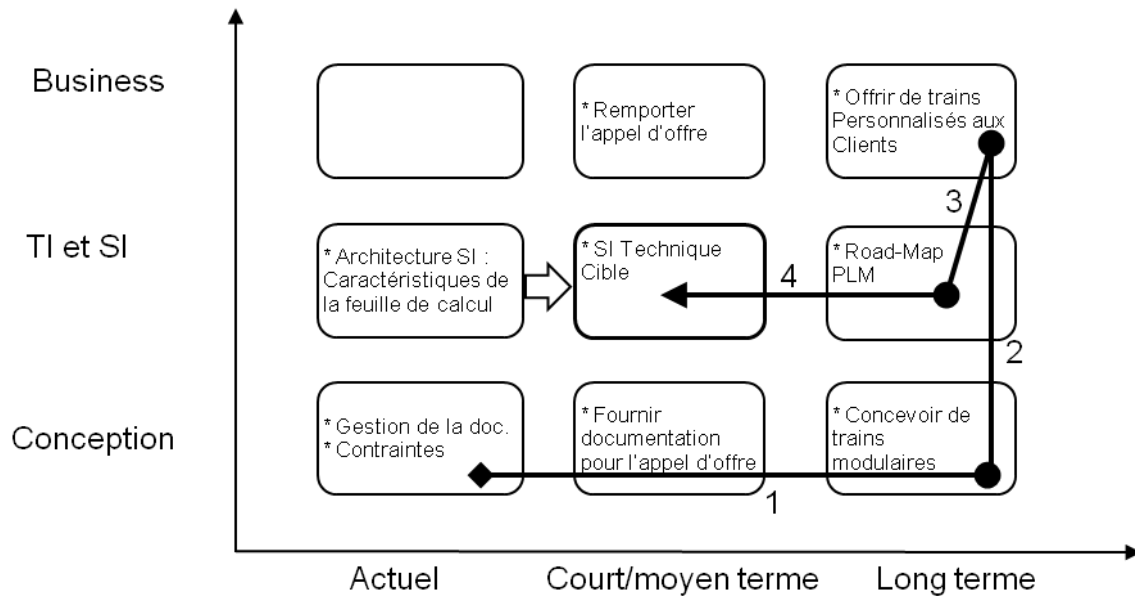


Figure 80. Séquence d'évolutions pour le cas d'étude

6.2.4 Etape 4: Construction de la séquence d'alignement

Cette étape consiste à construire une séquence d'alignement sur le SAM étendu impactant le domaine interne des TI à court/moyen terme. Pour ce faire, la démarche d'alignement préconise d'utiliser toutes les informations déjà élicitées par l'instanciation des domaines du SAM étendu et des écrans du modèle « multi-écrans ». Ces informations peuvent être complétées en faisant une deuxième « passe » d'instanciation de ces modèles auprès des utilisateurs.

Pour éliciter les besoins et exigences liées aux acteurs internes (utilisateurs) et externes (partenaires, clients, etc.) du SI à court/moyen terme, nous nous appuyons sur les opérations: « Identifier les acteurs externes » et « Identifier et décrire les profils des usagers du SI Technique » de la classe « SAM-Etendu » (cf. Figure 70).

En utilisant le SAM étendu nous avons travaillé avec les managers du Business, les cadres dirigeants des TI et les spécialistes du domaine d'application afin d'éliciter des informations relatives au choix des TI pour le développement de l'application, et l'identification des acteurs internes (utilisateurs du SI) et externes (partenaires) de la société. Ces informations ont été élicitées à l'aide du SAM étendu (cf. Figure 81 : composants grisés) par l'instanciation

des composants « compétences » du domaine de conception et « périmètre » et « gouvernance » du domaine des TI.

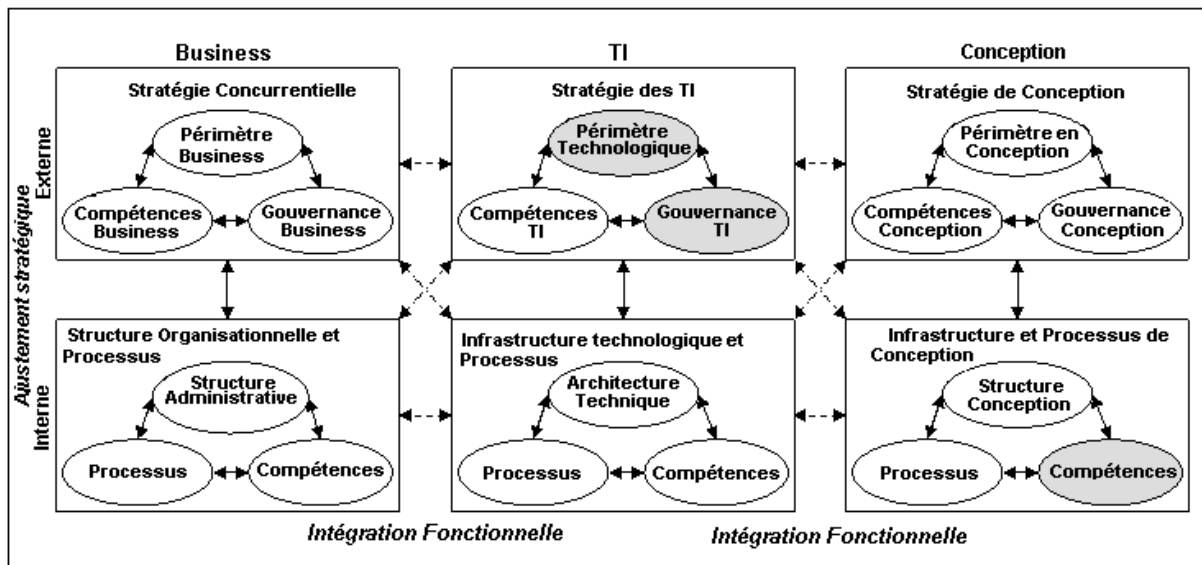


Figure 81. Domaines du SAM étendu instanciés dans le dernier tour d'élicitation

L'instanciation du composant « compétences des ressources humaines » de conception, à l'aide de l'approche d'élicitation des informations basée sur les contradictions *CBE*, nous a permis d'identifier les profils des usagers ainsi que les fonctionnalités que le SI Technique devait fournir. Dans le diagramme de cas d'utilisation de la Figure 82 ces profils sont représentés par des acteurs et les fonctionnalités par des cas d'utilisation. En effet, comme il s'agissait d'un prototype, la première version de l'application ne devait fournir que les fonctionnalités de base pour la gestion de variantes à un utilisateur, le « client ». Ces fonctionnalités étaient : s'identifier, configurer une variante, enregistrer la variante, et consulter la documentation associée à la variante créée (cf. Figure 82). Afin de configurer une variante, le prototype devait permettre, dans un premier temps, de choisir la version de base de la variante à partir des quatre options de base : pays, diagramme, traction et taille. Ensuite le prototype devait permettre de configurer les options au niveau du véhicule ainsi que les options au niveau du train. Le détail des cas d'utilisation des sous-catégories des options pour chacun de ces niveaux sont présentés dans les Figure 83 et Figure 84 respectivement.

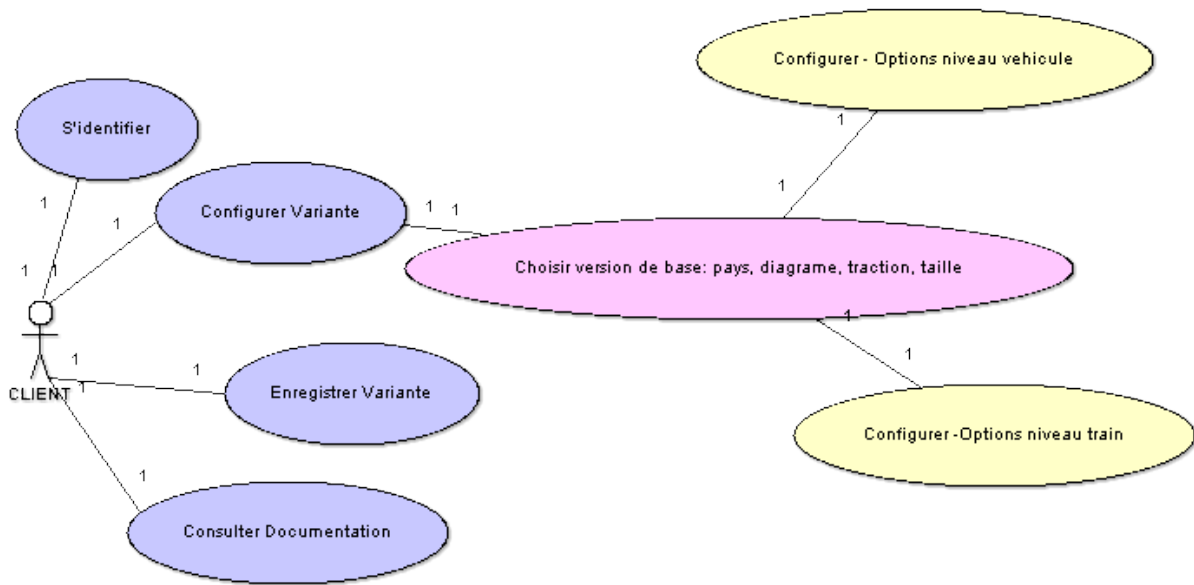


Figure 82. Diagramme de cas d'utilisation de l'application

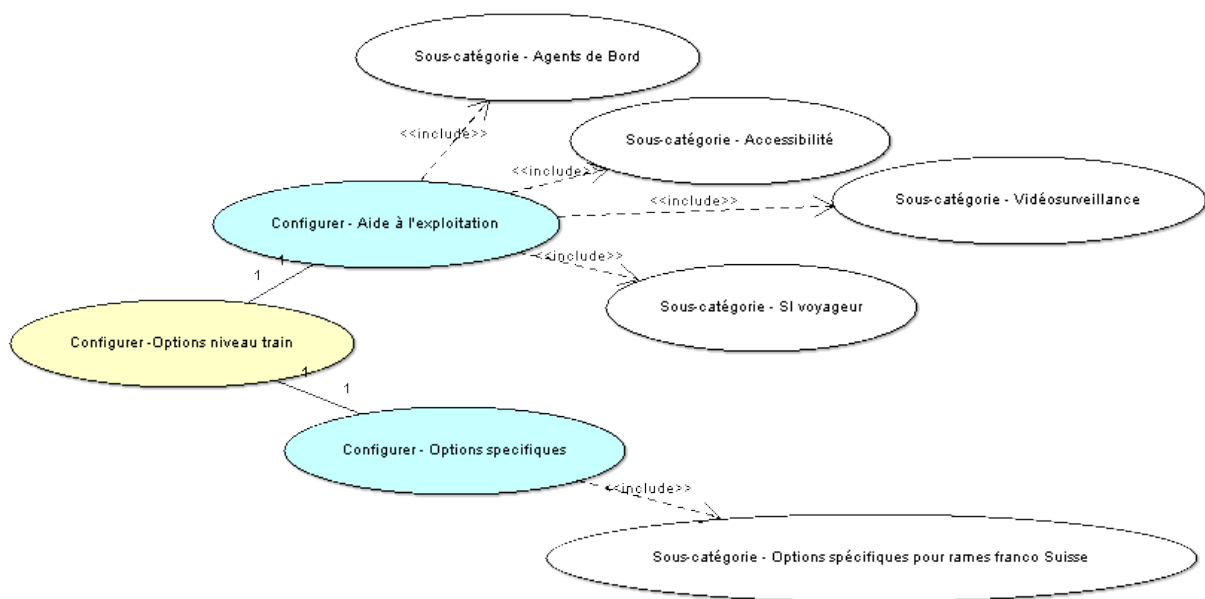


Figure 83. Diagramme de cas d'utilisation de l'application – configuration des options au niveau du train

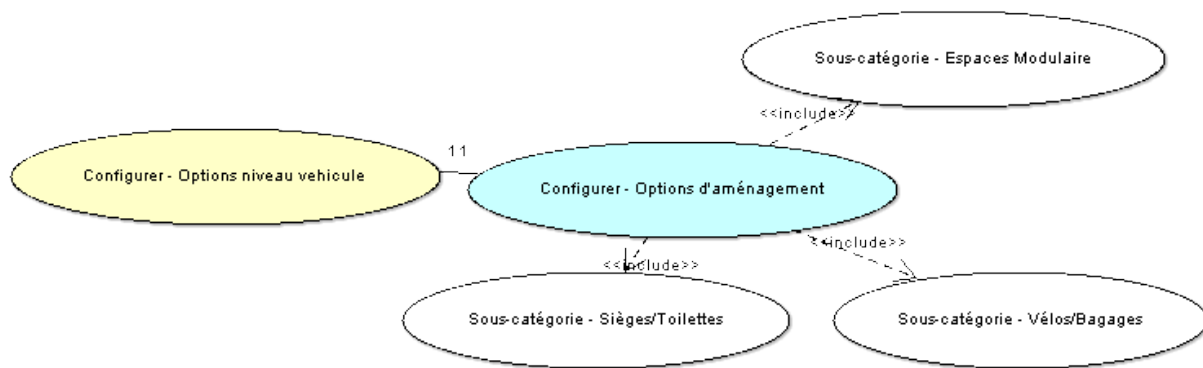


Figure 84. Diagramme de cas d'utilisation de l'application – configuration des options au niveau du véhicule

L'instanciation du composant « gouvernance » des TI, nous a permis d'identifier les acteurs externes impliqués dans le processus d'alignement et de conception du SI Technique. Le principal acteur était le client, son rôle, en tant qu'utilisateur de l'application, et ses exigences concernant les options de configuration et la structure de la documentation ont déjà été élicités précédemment. Ensuite, pour la conception de l'application, un acteur qui apparaissait dans le contexte était le fournisseur du PLM. En effet, afin d'adapter le PLM aux besoins spécifiques de l'application de gestion des variantes et de la documentation, un partenariat entre ALSTOM Transport et le fournisseur du PLM était nécessaire.

Une fois les informations préliminaires acquises, nous avons procédé à la construction de la séquence d'alignement. Pour y parvenir, nous nous appuyons sur l'opération « création de séquences d'alignement » associée à la classe « SAM-Etendu » (cf. Figure 70).

La première activité de cette démarche consiste à identifier les domaines impliqués à aligner d'après les composants instanciés durant le processus d'alignement. L'instanciation de ces domaines, dont les composants sont présentés dans la Figure 85 en couleur grise, est décrite ci-dessous :

- **Domaine du Business** : l'objectif principal dans ce domaine est de remporter l'appel d'offre.
 - « périmètre » : il s'agit de présenter une offre dont le périmètre doit porter sur un ensemble de variantes de train que le client peut configurer à l'achat. Afin d'atteindre cet objectif, l'organisation doit acquérir de nouvelles compétences.
 - « compétences concurrentielles » : il s'agit de la mise en place de moyens efficaces de gestion des variantes de trains et de gestion de la documentation associée.
- **Domaine de Conception** : l'objectif principal dans ce domaine est instancié dans le composant « périmètre » :
 - « périmètre de conception » : l'objectif est de « fournir la documentation pour l'appel d'offre ».

- « processus de conception » : il s'agit du processus de gestion des variantes et de la documentation associée, en prenant en compte les contraintes données par le client.
- « compétences des ressources humains » : il s'agit de l'identification et de la description des profils des usagers, ainsi que des fonctionnalités que le SI Technique doit fournir.
- **Domaine des TI** : l'objectif principal dans ce domaine est la conception d'une application, agile et évolutive, pour la gestion de la configuration des variantes et de la gestion de la documentation associée.
 - « Périmètre technologique » : il s'agit de l'intégration du projet « RoadMap PLM » au projet de conception de l'application de configuration des variantes. Cette intégration implique le paramétrage des arborescences et des règles de compatibilité d'options du logiciel PLM, pour « coller » à la logique de gestion de variantes et des documents. L'intégration du projet « RoadMap PLM » pose les bases pour la conception d'un SI Technique support à la conception d'un train modulaire à long terme.
 - « Compétences des TI » : il s'agit des fonctionnalités du PLM utilisées (arborescences de composants, d'options de configuration de produit et de documents, définition de règles d'incompatibilité).
 - « Architecture technique du SI », « processus du SI » et « ressources humaines et compétences technologiques » définis de manière préliminaire au développement informatique de l'application.

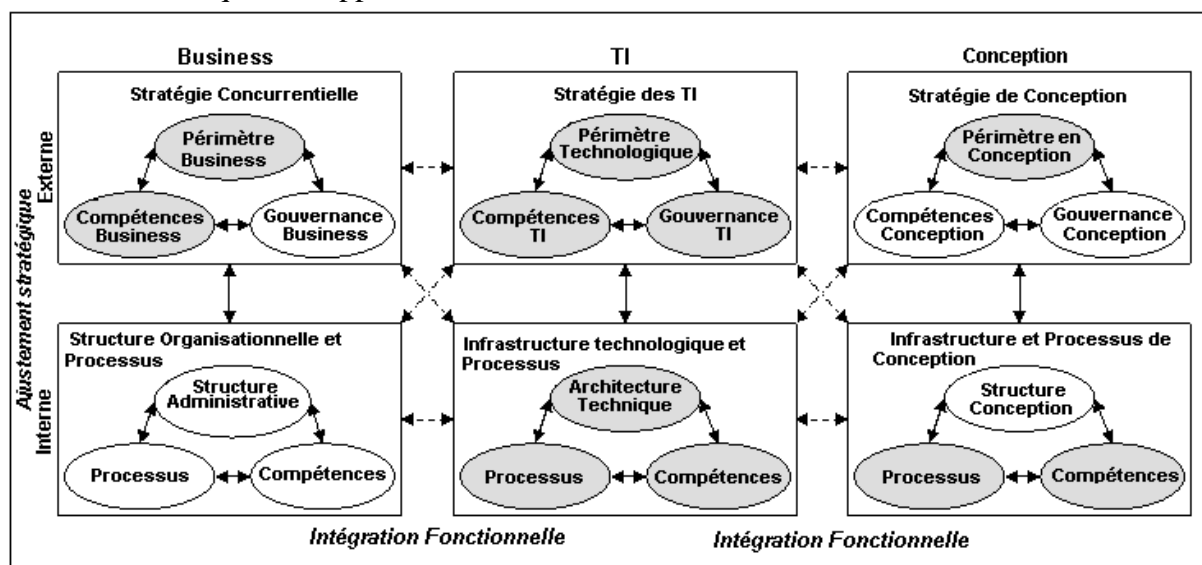


Figure 85. Domaines impliqués dans la conception de l'application de gestion de variantes

Le domaine impacté correspond toujours à l'« infrastructure technologique et processus du SI » dont, les composants instanciés sont « *architecture technique du SI* », « *processus du SI* » et « *Ressources humaines et compétences technologiques* ».

L'activité suivante de la démarche est de choisir le domaine d'ancrage. Rappelons que ce domaine correspond au domaine, initiateur du changement. C'est lui le moteur du changement tout au long de la séquence. Dans ce cas, le domaine d'ancrage correspond toujours à la stratégie de Business. En effet, le projet a démarré grâce à la volonté du groupe ferroviaire

d'obtenir de nouvelles capacités concurrentielles pour, dans un premier temps, remporter l'appel d'offre (objectif initial) ainsi que pour construire un nouveau positionnement sur le marché par l'offre de trains personnalisés (objectif élicité à long terme). Ainsi, la séquence possède une nature planifiée. L'activité suivante est donc d'identifier les domaines pivots. Ces domaines sont bien les domaines impliqués restants, c'est-à-dire, tous les domaines instanciés sauf le domaine d'ancrage et l'impacté.

Afin de définir l'ordre d'enchaînement des domaines, la démarche de création des séquences d'alignement préconise ensuite de choisir une séquence à partir des séquences d'alignement de nature planifiée proposées dans le chapitre 4. Trois séquences d'alignement (cf. Figure 76), ayant la stratégie concurrentielle comme domaine d'ancrage, y sont proposées. Parmi ces trois séquences, les séquences 1 et 2 conviennent aux domaines pivots du projet. La séquence 2 prend en compte le domaine interne de la conception mais laisse dehors le domaine externe ou stratégique des TI. Cependant, ce domaine est indispensable à cause de des caractéristiques de ses composants (choix technologique, projet « RoadMap PLM », compétences des TI, partenariat technologique) et de l'impact potentiel de ceux-ci sur le projet. Pourtant nous choisissons la séquence 1 qui tient compte de ce domaine. Celle-ci sera complétée par une intégration opérationnelle entre le domaine interne de la conception et celui des TI de manière à considérer l'infrastructure de conception (processus de gestion de variantes et profil des usagers) (cf. Figure 86).

La séquence commence ainsi par une intégration stratégique entre stratégie concurrentielle et la stratégie de conception (lien 1 - Figure 86). La stratégie concurrentielle, ayant comme objectifs principaux de remporter l'appel d'offre (court terme) et de permettre la possibilité de configuration des trains par le client (long terme), serait supportée par une stratégie de conception cohérente. Sa mise en place à long terme implique, dans un premier temps, à définir une nomenclature des composants d'un train générique à court/moyen terme. Cela permet d'une part de fournir la possibilité aux clients d'aménager ces composants de manière à configurer des variantes et à obtenir la documentation associée à ces variantes, mais aussi, de poser la base pour l'objectif à long terme : la construction d'un train modulaire.

La stratégie de conception devient alors le domaine pivot (cf. Figure 86). A ce stade une intégration stratégique, qui détermine la stratégie des TI en dérivant la stratégie de conception, est réalisée (lien 2 - Figure 86). En effet, l'intégration du projet « RoadMap PLM » pouvait permettre de profiter des fonctionnalités fournies par le logiciel PLM pour supporter les objectifs de conception et du Business à court terme ainsi que pour poser les bases à l'atteinte des objectifs de ces domaines à long terme. En plus, le choix des TI et des partenaires (Laboratoire LGeCo INSA de Strasbourg et éditeur du PLM) pour le développement de l'application permet de développer l'application en utilisant les technologies, les plus

appropriées et adaptées. Ainsi, le processus de développement est plus agile et le coût d'intervention faible.

Ensuite, un ajustement stratégique entre la stratégie de conception et l'infrastructure technologique et les processus du SI est réalisée (lien 3 - Figure 86). A partir des informations élicitées durant le processus d'alignement, les besoins et spécifications de l'application ont été mieux cernés. Ainsi, les composants de l'architecture technique, les protocoles de communication, le modèle conceptuel de données, les processus et les compétences des analystes des TI requises pour le développement ont été définis. Ainsi, par exemple, nous avons choisi une architecture distribuée composée de plusieurs nœuds, où chaque nœud comportait plusieurs composants. Nous avons préféré cette architecture, à une architecture de type « application à part entière » (*StandAlone*), pouvant fonctionner indépendamment de toute autre application, en considérant deux restrictions :

- Le processus de gestion de la documentation inclut la création, l'actualisation et la mise à disposition des documents. La réalisation de ces deux dernières activités pouvait être facilitée par l'implémentation d'un serveur d'applications centralisé au sein installations ALSTOM Transport possédant la documentation.
- L'interaction avec le serveur du PLM était nécessaire afin de profiter des fonctionnalités de cette application pour l'implémentation de la logique de conception.

La séquence tracée est complétée par une intégration opérationnelle entre le domaine interne de la conception et celui des TI afin de considérer l'infrastructure de conception (lien 4 - Figure 86). Celle-ci a été nécessaire pour :

- Le paramétrage du PLM (création des arborescences et des règles de compatibilité entre options), réalisé à partir du processus de gestion des variantes et de la documentation de celles-ci.
- L'implémentation des fonctionnalités nécessaires aux usagers, réalisée à partir du diagramme de cas d'utilisation de l'application.

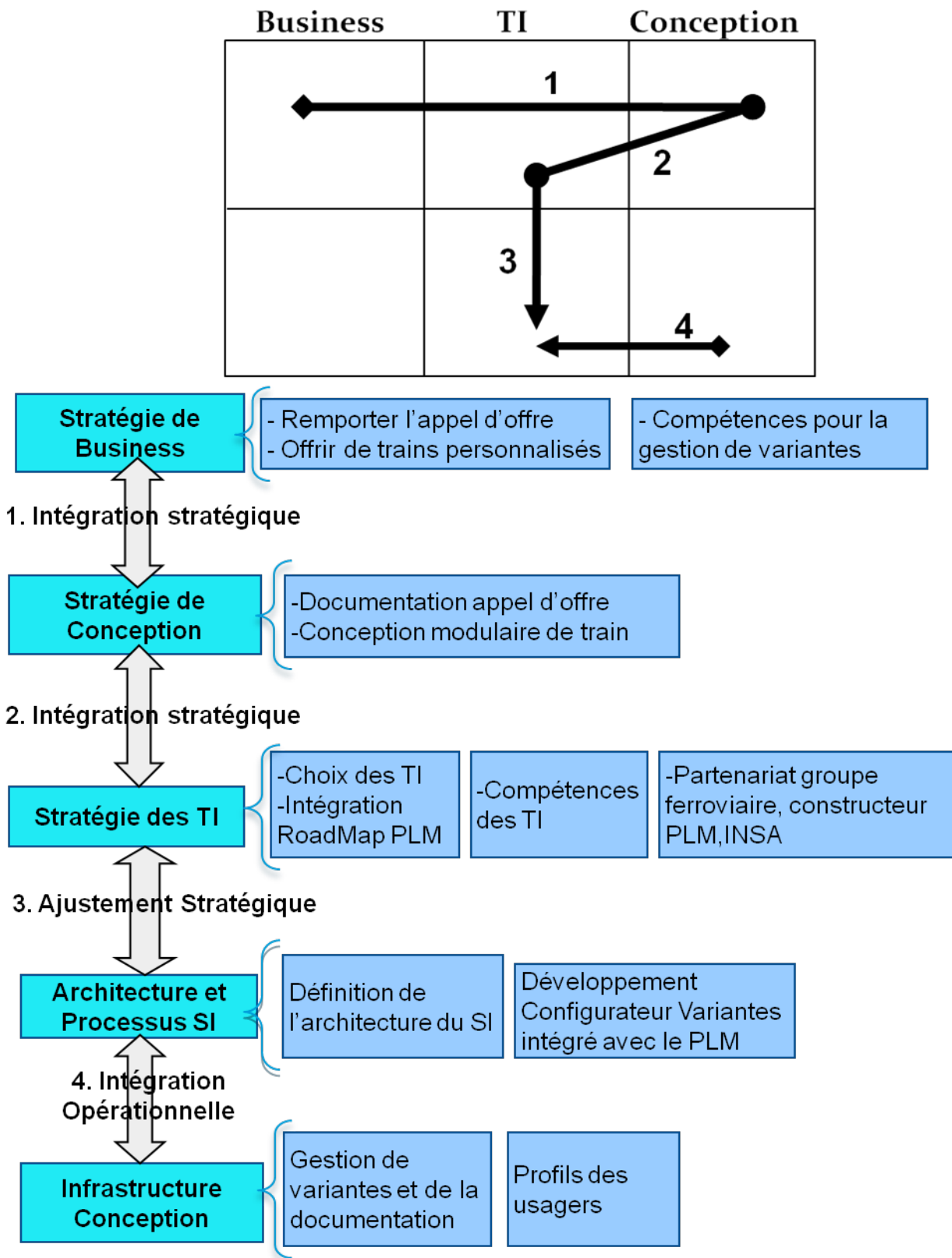


Figure 86. Séquence d'alignement conduisant à la conception de l'application de gestion de variantes

6.3 Développement

Sur la base du cahier des charges défini, après construction de la séquence d'alignement, l'application a été développée. Il s'agissait, tout d'abord d'un prototype, qui a ensuite été mis aux standards définis dans le cadre de la gouvernance des TI.

Le diagramme de déploiement suivant indique l'architecture et les technologies retenues :

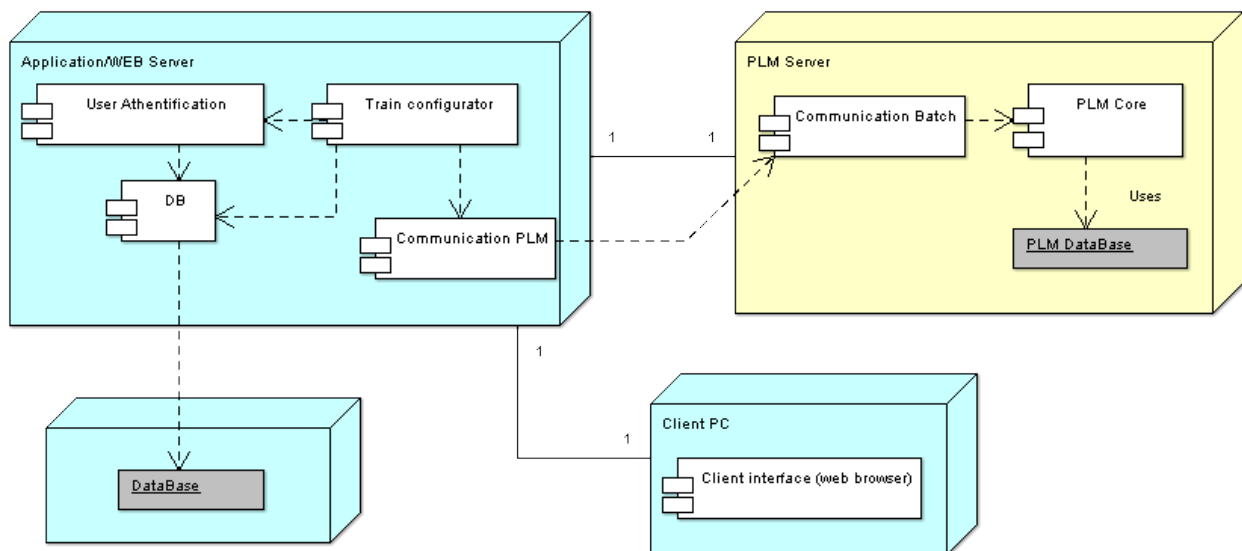


Figure 87. Architecture retenue

Comme dit précédemment, nous avons choisi une architecture distribuée composée de plusieurs nœuds, où chaque nœud comporte un ou plusieurs composants qui implémentent les principales fonctions de l'application. La description de ces nœuds et composants est donnée ci-dessous :

- *Client PC* : il s'agit de l'ordinateur du client qui pouvait se connecter à l'application de gestion des variantes en utilisant le composant « Client Interface - Web Browser » qui affiche l'ensemble de l'interface de l'application Web.
- *Application/Web Server* : il s'agit du serveur WEB et d'Applications qui gère la logique métier. Il présente au client les interfaces Web et reçoit les demandes de celui-ci. La connexion entre le Client et le serveur d'Application/Web utilise le protocole d'internet (*Internet Protocole IP*) comme protocole de routage et le protocole de contrôle de transmissions (*Transmission Control Protocol TCP*) comme protocole de transport fiable en mode connecté. Ce nœud comporte les composants :
 - User Authentication : pour l'authentification et l'assignation des droits d'accès aux usagers.
 - Train Configurator : qui implémente la logique de présentation des interfaces Web, et une partie de la logique métier. Ce composant a été développé en utilisant des langages interprétés Web de dernière génération.

- DB : composant permettant l'accès à la base de données de l'application. Ce composant garantit l'indépendance de l'application du système de gestion de base de données (*DBMS data base management system*).
- Communication PLM : permettant la communication et l'échange de messages avec le PLM.
- *DataBase* : Il s'agit du serveur contenant la base de données de l'application de gestion des variantes.
- *PLM Server* : il s'agit du serveur du PLM qui gère la logique de conception. Ce nœud comporte les composants :
 - PLM Core : contenant l'ensemble des arborescences et des règles qui implémentent la logique de conception. Ces éléments ont été paramétrés à partir du processus de gestion des variantes et de la documentation de celles-ci.
 - Communication Batch : il s'agit de l'application de connexion avec le serveur Web/Applications. Cette connexion utilise des protocoles de la suite TCP/IP.
 - PLM DataBase : il s'agit de la base de données du PLM.

Le prototype est développé et opérationnel. Les vues dynamiques de l'application sont présentées dans les annexes.

Chapitre 7 : Conclusions et perspectives

Ce travail de doctorat vise à contribuer à l'alignement complet des SI dits « Techniques », c'est-à-dire support aux processus de Conception et de Production. Nous retenons comme sens de « complétude » pour l'alignement celui défini par Camponovo et Pigneur dans (Camponovo et Pigneur 2004). L'alignement complet y est structuré autour de trois points de vue :

- l'alignement stratégique visant, pour le SI, à le mettre en cohérence avec les processus de l'entreprise et ses objectifs de positionnement « Business » ;
- l'alignement avec l'environnement externe visant, pour le SI, à formuler les stratégies des TI cohérente avec l'environnement du SI externe et interne à l'entreprise ;
- l'alignement avec les évolutions incertaines visant, pour le SI, à mettre en place un SI robuste. C'est-à-dire agile et évolutif pour le futur.

L'état de l'art autour des contributions scientifiques sur cette problématique montre que ce triple alignement est:

- D'une part important et compliqué à assurer pour les SI Technique, de part leurs spécificités : (i) hétérogénéité des acteurs impliqués, (ii) caractéristiques particulières aux composants des processus de Conception et de Production, non supportées dans les outils génériques supports à l'alignement de SI, (iii) désynchronisation entre le cycle de vie des TI et celui des infrastructures de Conception et de Production.
- D'autre part, non supporté dans son intégralité par les approches existantes, notamment en ce qui concerne l'environnement et les évolutions incertaines.

Une première contribution de ce travail de recherche est de proposer un cadre d'évaluation des approches d'alignement, pour poser le diagnostic précédent.

A partir de cette première analyse et de ce diagnostic, le couple de modèles SAM étendu et modèle « multi-écrans » ont été proposé comme modèles support à l'alignement complet.

La seconde contribution de cette thèse est de développer ce couple de modèles pour supporter les spécificités de l'alignement complet de SI Techniques. Elle se compose :

- D'un travail sur les modèles :
 - extension du SAM (SAM-étendu) avec instanciation de ses composants pour les domaines d'application « Conception » et « Production »,
 - formalisation des séquences d'alignement de SAM, et généralisation de ces séquences au SAM-étendu,
 - Formalisation des concepts du modèle « multi-écrans ».
 - Proposition et formalisation des séquences d'évolution.

- Un travail sur la démarche d'alignement :
 - Description de trois principes d'utilisation conjointe des modèles : (i) partage d'instances, (ii) exploitation complémentaire de ces modèles pour l'élicitation des informations auprès des acteurs concernés, (iii) complémentarité de la construction des séquences d'alignement et d'évolution pour concentrer l'analyste.
 - Démarche d'alignement à proprement parler, qui exploite d'une part les propositions faites dans ce travail, et d'autre part de précédents travaux sur la mise en œuvre de la dialectique en ingénierie des SI (CBE).

La pertinence de ces contributions a été évaluée sur un cas d'étude concernant la conception et le développement d'un SI support à un processus de conception préliminaire de matériel ferroviaire.

Au fil de ce travail, une formalisation des contributions relatives au support apporté à l'analyste du SI en charge de l'alignement a été progressivement construite avec des digrammes UML. Cette formalisation ouvre vers une perspective naturelle de développement d'un outil informatique support à l'ingénierie d'alignement de SI Techniques. Si les attributs et les opérations des classes « SAM-Etendu » et « Multi-Ecrans » requises pour ce support sont identifiées, la réflexion à mener pour aboutir à un outil informatique reste importante. Notamment en ce qui concerne les opérations « Identification des désalignements » et « Identification des désynchronisations », dont la description du processus actuel reste informelle. Dans cette perspective, l'intégration des contributions sur la caractérisation formelle des liens d'alignements, et leur métrique d'évaluation, proposées dans INSTAL (Thevenet et Salinesi 2007, Thevenet et Salinesi 2009) peut être envisagée. En effet, la caractérisation des liens d'alignement proposés comme étant nécessaire, utile, suffisant, contraint ou contradictoire pourrait être exploitée pour affiner la construction des séquences d'alignement et le diagnostic de « désalignement » au début de l'étude d'alignement.

Sur le plan de l'intégration entre modèles, il faut distinguer la maturité des visions statiques et dynamiques des modèles. En ce qui concerne la vue statique, la dualité entre la sémantique des informations requises pour l'alignement (les concepts du SAM-étendu et modèle « multi-écrans »), et la syntaxe de ces informations (modèles syntaxiques permettant la représentation des décisions d'alignement) est établie. En ce qui concerne la vue dynamique, la sémantique en est donnée par les concepts de séquence d'alignement et d'évolution. Sa syntaxe potentielle doit être investiguée, en s'intéressant à des formalismes de modélisation tels que MAP (Rolland et al. 1999) ou GRAI (Goepf et Kiefer 2008).

Le travail mené dans cette thèse a voulu se focaliser sur la notion d'alignement complet et de sa construction avec un travail important autour de la dynamique d'alignement par la formalisation et la caractérisation des séquences d'alignement et d'évolution. Au delà de cette spécificité, il se pose tout de même la question de la complémentarité de ces travaux avec les

travaux visant à « aligner » les modèles tels que ceux proposés pour l'alignement des SI à base de progiciels standards par (Millet 2008), par exemple. En effet, l'alignement des modèles est-elle suffisant pour assurer à l'alignement de ce type de SI ? La dimension dynamique d'alignement développée dans nos travaux ne tend-elle pas à montrer qu'il s'agit d'une condition nécessaire mais pas suffisante. Inversement il serait-il peut-être intéressant de s'inspirer des techniques de mesures de similarités mises en œuvre dans ces travaux pour améliorer la vérification de l'alignement construit.

Références Bibliographiques

- Aguilar, F. J. (1967) *Scanning the business environment*, Macmillan, New York.
- Andrews, K. R. (1987) *The concept of corporate strategy*, Dow Jones-Irwin, Homewood (Illinois).
- Ang, S. H. (2007) Partner alignment and governance in IT software alliances. *Journal of Computer Information Systems*, 47(3): 11-16.
- Ansoff, H. I. (1980) Strategic Issue Management. *Strategic Management Journal*, 1(2): 131-148.
- Avila, O., Goepf, V. et Kiefer, F. (2008a) A framework to analyse IS alignment approaches: Towards the definition of underlying alignment mechanisms. *MoDISE-EUS'2008 "Model Driven Information Systems Engineering: Enterprise, User and System Models" workshop held in conjunction with 20th International Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE'08)*. Montpellier, France
- Avila, O., Goepf, V. et Kiefer, F. (2008b) Vers une extension du SAM (Strategic Alignment Model) pour les systèmes d'information de production. *XXVIème Congrès Informatique Organisations et Systèmes d'Information INFORSID 2008*. Fontainebleau, France
- Avila, O., Goepf, V. et Kiefer, F. (2009) Understanding and Classifying Information Systems Alignment Approaches. *Accepted with modifications in the Journal of Computer Information Systems (JCIS)*.
- Avila, O. J., Goepf, V. et Kiefer, F. (2008c) Towards an Extended Alignment Model for a Complete Alignment of Manufacturing Information Systems. *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'08)* Barcelona, Spain,
- Bacha, R. (2002) Ingénierie de l'alignement : Concepts, Modèles et Processus. La méthode ACEM pour l'alignement d'un système d'information aux processus d'entreprise. L'UNIVERSITE PARIS I – PANTHEON - SORBONNE, Paris.
- Bartoli, J. A. et Le Moigne, J. L. (1996) *Organisation Intelligente et Système d'Information Stratégique*, Economica, Paris.
- Berger, S., Dertouzos, M. L., Lester, R. K., Solow, R. M. et Thurow, L. C. (1989) Toward a new industrial America. *Scientific American*, 260(6): 39-47.
- Bleistein, S. J., Cox, K., Verner, J. et Phalp, K. T. (2006) B-SCP: A requirements analysis framework for validating strategic alignment of organizational IT based on strategy, context, and process. *Information and Software Technology*, 48(9): 846-868.
- Boussard, V. (2005) *Au nom de la norme : Les dispositifs de gestion entre normes organisationnelles et normes professionnelles*, L'HARMATTAN Paris.
- Camponovo, G. et Pigneur, Y. (2004) Information Systems alignment in uncertain environments. *IFIP International Conference on Decision Support System DSS'2004: Decision Support in an Uncertain and Complex World*. 134-146. Prato, Tuscany
- Cauvet, C. et Sabroux, C. R. (2001) *Ingénierie des Systèmes d'Information*, Hermès, Paris.
- Chan, Y., Huff, S. L., Barclay, D. W. et Copeland, D. G. (1997) Business strategic orientation, information systems strategic orientation, and strategic alignment. *Information Systems Research*, 8(2): 125-147.
- Chang, M.-K., Cheung, W., Cheng, C.-H. et Yeung, J. H. Y. (2008) Understanding ERP system adoption from the user's perspective. *International Journal of Production Economics*, 113(2): 928-942.
- Chen, H.-M., Kazman, R. et Garg, A. (2005) BITAM: An engineering-principled method for managing misalignments between business and IT architectures. *Science of Computer Programming*, 57(1): 5-26.
- Choo, C. (2001) Environmental scanning as information seeking and organizational learning. *Information Research*, 7(1).

- Christensen, C. M. et Bower, J. L. (1996) Customer Power, Strategic Investment and the Failure of Leading Firms. *Strategic Management Journal*, 17(3): 197-216.
- Ciborra, C. (1997) De profundis? Deconstructing the concept of strategic alignment. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 9 (1): 67-82.
- CIMData (2001) Engineering Workflow in the Supply Chain. *Strategies and solutions for collaborative engineering through the supply chain* Palm Springs (CA),
- Cross, N. (1989) *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design*, John Wiley & Sons, New York.
- Croteau, A.-M. et Bergeron, F. (2001) An information technology trilogy: business strategy, technological deployment and organizational performance. *The Journal of Strategic Information Systems*, 10(2): 77-99.
- Dyson, R. G. (1990) *Strategic Planning: Models and analytical techniques*, Chichester, Wiley, New York.
- Etien, A. (2006) Ingénierie de l'alignement : Concepts, Modèles et Processus. La méthode ACEM pour l'alignement d'un système d'information aux processus d'entreprise. Informatique, UNIVERSITE PARIS I – PANTHEON - SORBONNE, Paris.
- Fimbel, E. (2004) *Alignement stratégique. Synchroniser les systèmes d'information avec les trajectoires et manoeuvres des entreprises.*, Village Mondial, Paris.
- Fine, C. H. et Hax, A. C. (1984) Designing a Manufacturing Strategy. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 1(3): 423-439.
- Fitzharris, M. A. (1999) Want to be a CIO? Start thinking like one. TechRepublic. <http://www.techrepublic.com>.
- Forman, H., Lippert, S. K. et Kothandaraman, P. (2007) Understanding users' performance evaluation of IT solutions. *Industrial Marketing Management*, 36(6): 745-756.
- Galliers, R. D. (1991) Strategic information systems planning: myths, reality and guidelines for successful implementation. *European Journal of Information Systems*, 1(1): 55-64.
- Gemser, G. et Leenders, M. (2001) How integrating industrial design in the product development process impacts on company performance. *Journal of Product Innovation Management*, 18(1): 28-38.
- Ghédira, K. (2006) *Logistique de la production: Approches de modélisation et de résolution*, Editions TECHNIP, Paris.
- Gmati, I. et Nurcan, S. (2007) A Framework for Analyzing Business/Information System Alignment Requirements. *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'07)* Madeira, Portugal,
- Godet, M. (2001) *Manuel de prospective stratégique*, Dunod, Paris.
- Goedvolk, H., van Schijndel, A., van Swede, V. et Tolido, R. (2000) The Design, Development and Deployment of ICT Systems in the 21st Century: Integrated Architecture Framework (IAF). *Cap Gemini Ernst and Young*. <http://www.cs.vu.nl/~daan/progx/eng/chapter7.htm>,
- Goepf, V. (2003) Contribution à la définition de processus contingents en développement de systèmes d'information : Proposition d'une démarche orientée identification des problèmes-clés. Thèse en Génie des Systèmes Industriels, INPL Nancy, Nancy.
- Goepf, V. et Kiefer, F. (2006a) KEY-PROBLEM AND GOAL DRIVEN REQUIREMENTS ENGINEERING - Which complementarities for manufacturing information systems? *6th International Conference on Enterprise Information Systems - ICEIS'06*. Paphos, Cyprus
- Goepf, V. et Kiefer, F. (2006b) Outils d'analyse dialectique pour la conception de système d'information. Application aux systèmes d'information de production. *Ingénierie des systèmes d'information - RSTI série ISI*, 11(1): 9-37.
- Goepf, V. et Kiefer, F. (2007) Key-Problems and Multi-Screen View: A Framework to Perform the Alignment of Manufacturing IS. *ICEIS*. 521-524. Madeira, Portugal

- Goepp, V. et Kiefer, F. (2008) Multi-Screen View and GRAI GRIDS to model decisional process of manufacturing IS alignment. *IFAC'08 - 17th IFAC World congress*. Seoul - Korea
- Goepp, V., Kiefer, F. et Avila, O. (2008) Information system design and integrated enterprise modelling through a key-problem framework. *Computers in Industry*, 59(7): 660-671.
- Goepp, V., Kiefer, F. et Geiskopf, F. (2006) Design of information system architectures using a key-problem framework. *Computers in Industry*, 57(2): 189-200.
- Gouyon, D. (2004) Contrôle par le produit des systèmes d'exécution de la production : apport des techniques de synthèse. Université Henri Poincaré, Nancy-I, Nancy, France.
- Gzara, L. (2000) Les patterns pour l'ingénierie des systèmes d'information produit. ENSGI, INP Grenoble, Grenoble.
- Haglund, M. et Cheong, K. H. (2001) Striving towards strategic it and business alignment in small and medium-sized electric utilities-a pragmatic approach. *16th International Conference and Exhibition on Electricity and Distribution (CIRED)* Amsterdam, The Netherlands,
- Hayes, R. H. et Wheelwright, S. C. (1984) *Restoring Our Competitive Edge*, Wiley, New York.
- Henderson, J. C. et Venkatraman, N. (1993) Strategic alignment: leveraging information technology for transforming organizations. *IBM Systems Journal*, 32(1): 4-17.
- Hill, T. (1995) *Manufacturing Strategy: Text and Cases*, Macmillan Business, UK.
- Hsiao, R. et Ormerod, R. (1998) A New Perspective on the Dynamics of IT-Enabled Strategic Change. *Information Systems Journal*, 8(1): 21-52.
- Hsu, Y. (2006) Comparative study of product design strategy and related design issues. *Journal of Engineering Design*, 17(4): 357-370.
- Jackson, M. (2001) *Problem Frames: Analyzing and Structuring Software Development Problem*, Addison-Wesley, MA.
- Kahn, H. et A., W. (1967) *The year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years*, Macmillan, New York.
- Kalpic, B. et Polajnar, A. (1997) Model of the holistic information integration of an enterprise. *Strojarstvo*, 39(6): 275-280.
- Kearns, G. S. et Lederer, A. L. (2003) A Resource-Based View of Strategic IT Alignment: How Knowledge Sharing Creates Competitive Advantage. *Decision Science*, 34(1): 1-29.
- Kennedy, L. (2000) Come Together, Right Now. CIO Magazine. <http://www.idg.com.au>.
- Khomenko, N. et Kucharavy, D. (2002) OTSM-TRIZ Problem solving process: Solutions and their classification. *Etria World Conference - TRIZ Future 2002* Strasbourg, France,
- Kolber, A. B., et al. (2000) Organizing business plans: the standard model for business rule motivation, The Business Rule Group.
- Lederer, A. et Mendelow, A. (1989) Co-ordination of Information Systems Plans with Business Plans. *Journal of Management Information Systems*, 6(2): 5-19.
- Leigh, J. (2000) Present Technology Futures to the Board Clearly by Using Scenarios. TechRepublic, <http://www.techrepublic.com>.
- Longépé, C. (2004) *Le projet d'urbanisation du SI - Démarche pratique avec cas concrets*, Dunod, Paris.
- Luftman, J., Lewis, P. et Oldach, S. (1993) Transforming the Enterprise: The Alignment of Business and Information Technology Strategies. *IBM Systems Journal*, 32(1): 198-221.
- Luftman, J. N. (1996) *Competing in the information age: Strategic alignment in practice*, Oxford University Press, New York.
- Luftman, J. N. (2003) Assessing IT/business alignment. *Information Systems Management*, 20(4): 9-15.
- Maes, R. (1999) A Generic Framework for Information Management. Prime Vera Working Paper, Universiteit Van Amsterdam,
- Maes, R., Rijsenbrij, D., Truijens, O. et Goedvolk, H. (2000) Redefining Business-IT Alignment Through A Unified Framework. *Universiteit Van Amsterdam/Cap Gemini White Paper*.

- Martino, J. P. (2003) A review of selected recent advances in technological forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 70(8): 719-733.
- Marxt, C. et Hacklin, F. (2005) Design, product development, innovation: all the same in the end? A short discussion on terminology. *Journal of Engineering Design*, 16(4): 413-421.
- Mayer, R. J. et Painter, M. K. (1991) Roadmap for enterprise integration. *Autofact'91 Conference*. 1-7. Chicago, USA
- McIntosh, K. G. (1995) *Engineering Data Management - A guide to successful implementation*, McGraw-Hill.
- McKeen, J. D. et Smith, H. A. (2003) *Making IT Happen: Critical Issues in IT Management*, Chichester: Wiley.
- Millet, P.-A. (2008) Une étude de l'intégration organisationnelle et informationnelle. Application aux systèmes d'informations de type ERP. Thèse, LIESP, Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production, Institut national des sciences appliquées de Lyon, Lyon, France.
- Naumenko A., W. A. (2002) A Metamodel for the Unified Modeling Language. . *UML 2002 Conference*
- Newkirk, H. E. et Lederer, A. L. (2007) The effectiveness of strategic information systems planning for technical resources, personnel resources, and data security in environments of heterogeneity and hostility. *Journal of Computer Information Systems*, 47(3): 34-44.
- Ould, M. A. (1995) *Business Processes: Modelling and Analysis for Reengineering and Improvement*, Wiley, Chichester; New York.
- Papazoglou, M. P. et Heuvel, W. (2000) Configurable Business Objects for Building Evolving Enterprise Models and Applications. *J.D. W.M.P. van der Aalst, & A. Oberweis (Ed.)*. 328-344. Berlin
- Papp, R. (2001) *Strategic Information Technology: Opportunities for Competitive Advantage*, IDEA Publishing Group, Hershey.
- Papp, R. et Luftman, J. N. (1995) Business and IT Strategic Alignment: New Perspectives and Assessments. *Inaugural Americas Conference on IS*. Pittsburgh, PA
- Peppard, J. (2003) Managing IT as a Portfolio of Services. *European Management Journal*, 21(4): 467-483.
- Porter, M. (1987) From competitive advantage to corporate strategy. *Harvard Business Review*, 65(3): 43-59.
- Porter, M. E. (1980) *Competitive strategy : techniques for analyzing industries and competitors*, The Free Press, New York.
- Porter, M. E. (1996) What is Strategy? *Harvard Business Review* Nov 01, 1996. 61-78.
- Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., Tu, Q. et Shi, Z. (2001) Information management (IM) strategy: The Construct and its measurement. *The Journal of Strategic Information Systems*, 10(4).
- Randoing, J. M. (1995) *Les SGDT*, Hermès.
- Redoli, J., Mompó, R., García-Díez, J. et López-Coronado, M. (2008) A model for the assessment and development of Internet-based information and communication services in small and medium enterprises. *Technovation*, 28(7): 424-435.
- Reich, B. H. et Benbasat, I. (1996) Measuring the Linkage between Business and Information Technology Objectives. *MIS Quarterly*, 20(1): 55- 81.
- Rolland, C., Ben Achour, C., Cauveta, C., Ralytéa, J., Sutcliffeb, A., Maidenb, N., Jarkec, M., Haumerc, P., Pohlc, K., Duboisd, E. et Heymansd, P. (1998) A Proposal for a Scenario Classification Framework. *Requirements Engineering Journal*, 3(1): 23-47.
- Rolland, C., Prakash, N. et Benjamen, N. (1999) A multi-model view of process modelling. *Requirements Engineering Journal*, 4(3): 169-187.
- Rothwell, R., Gardiner, J. P., Schott, K. et Pick, K. (1983) *Design and the Economy, The Role of Design and Innovation in the Prosperity of Industrial Companies*, Design Council, London.
- Scheer, A. W. et Nüttgens, M. (2000) ARIS Architecture and Reference Models for Business Process Management. *J.D. W.M.P. van der Aalst, & A. Oberweis*. Berlin

- Schwartz, P. (1991) *The art of the long view*, Currency Doubleday, New York.
- Scott-Morton, M. (1991) *The Corporation of the 1990s: Information Technology and Organizational Transformation*, Oxford: Oxford University Press, New York.
- Sheldon, D. F. (2004) A review on the relevance of design science in a global product development arena. *Journal of Engineering Design*, 15(6): 541–550.
- Skinner, W. (1985) *Manufacturing: the formidable competitive weapon*, John Wiley & Sons Inc.
- Sommerville, I. et Sawyer, P. (1997) *Requirements Engineering A good practice guide*, John Wiley and Sons.
- Sondhi, R. (1999) *Total Strategy*, Airworthy Publications International Ltd.
- Stoll, H. W. (1999) *Product design methods and practices*, Marcel Dekker, New York.
- Subramanian, R., Fernandes, N. et Harper, E. (1993) Environmental scanning in U.S. companies: their nature and their relationship to performance. *Management International Review*, 33(3).
- Sun, S.-Y. et Chen, Y.-Y. (2008) Consolidating the strategic alignment model in knowledge management. *Int. J. Innovation and Learning*, 5(1): 51-65.
- Tallon, P. et Kraemer, K. L. (2003) In *Creating business value with information technology: challenges and solutions* Idea Group Publishing, Hershey, PA.
- Thevenet, L. H. et Salinesi, C. (2007) Aligning IS to organization's strategy: the INSTAL method. *International Conference on Advanced information Systems Engineering (CAISE)* Trondheim, Norway, 13 June 2007.
- Thevenet, L. H. et Salinesi, C. (2009) Proposition de mesure de l'alignement stratégique du système d'information dans la méthode INSTAL. *Ingénierie d'Entreprise et de Systèmes d'Information (IESI)* Toulouse, Hermes Lavoisier, 26 mai 2009.
- Venkatraman, N. (1989) Strategic orientation of business enterprises: the construct, dimensionality, and measurement. *Management Science*, 35(8): 942 - 962.
- Walsham, G. (1993) *Interpreting Information Systems in Organizations*, Wiley, New York.
- Wegman, A. (2002) (Ed, EPFL) Lausanne, Switzerland, pp. 1-8.
- Wegmann, A., Regev, R. et Loison, B. (2005) Business and IT Alignment with SEAM. *REBNITA Requirements Engineering for Business Need and IT Alignment*. Paris, France
- Weill, P. et Broadbent, M. (1998) *Leveraging the New Infrastructure: How Market Leaders Capitalize on Information Technology*. Harvard Business School Press, Massachusetts.
- Weill, P. et Vitale, M. (2001) In Harvard Business School Publishing Corporation Boston.
- Wieringa, R. J., Blanken, H. M. et Fokkinga, M. M. (2003) Aligning application architecture to the business context. *Conference on Advanced Information System Engineering. (CAISE 2003)*. 209-225. Klagenfurt/Velden, Austria
- Yetton, P. W., Johnston, K. D. et Craig, J. F. (1994) Computer-Aided Architects: A Case Study of IT and Strategic Change. *Sloan Management Review*, 35(4): 57-67.
- Yu, E. (1993) Modeling organizations for information systems requirements engineering. *IEEE International Symposium on Requirements Engineering*
- Zarvić, N., Wieringa, R. J. et van Eck, P. A. T. (2008) Checking the Alignment of Value-based Business Models and IT Functionality. *Proceedings of the 2008 ACM symposium on Applied computing*. Fortaleza, Ceara, Brazil

Liste de Figures

Figure 1. Modèle d'Alignement Stratégique SAM (Henderson et Venkatraman 1993)	13
Figure 2. Séquence d'alignement « Exécution de la stratégie concurrentielle ».....	14
Figure 3. Séquence d'alignement « Transformation Technologique »	15
Figure 4. Séquence d'alignement « Potentiel Compétitif »	16
Figure 5. Séquence d'alignement « Niveau de service du SI ».....	17
Figure 6. Alignement complet des SI (Camponovo et Pigneur 2004)	18
Figure 7. Briques applicatives du SI Technique	21
Figure 8. Alignement complet des SI Techniques	26
Figure 9. Structure du cadre d'analyse.....	29
Figure 10. Élément d'analyse « domaines impliqués ».....	30
Figure 11. Représentation du cadre d'analyse	31
Figure 12. Élément d'analyse « séquence d'alignement»	32
Figure 13. Élément d'analyse « scruter l'environnement ».....	33
Figure 14. Élément d'analyse « scruter l'environnement ».....	35
Figure 15. Framework de MIT90s et chemin d'alignement stratégique proposé par Scott-Morton (1991) (adaptée de Scott-Morton (1991))	38
Figure 16. Mapping des éléments et de la séquence d'alignement du MIT90s sur les domaines du SAM.....	39
Figure 17. Les 4 visions du SI dans l'approche de l'urbanisme des SI (adaptée de (Longépé 2004)).....	40
Figure 18. La démarche méthodologique de l'approche d'urbanisation des SI.....	41
Figure 19. Mapping des niveaux et de la séquence d'alignement de l'Urbanisme des SI sur les domaines du SAM.....	43
Figure 20. Le cadre d'alignement du B-SCP. Adapté de (Bleistein et al. 2006).	44
Figure 21. BRG-Model (Bleistein et al. 2006).....	45
Figure 22. BRG-Model opérationnalisé avec i*.....	45
Figure 23. Intégration du modèle intentionnel et des diagrammes de contexte.....	47
Figure 24. Mapping des éléments et de la séquence d'alignement du B-SCP sur les domaines du SAM.....	48
Figure 25. framework d'intégration d'entreprise de BALES	49
Figure 26. Mapping des couches et de la séquence d'alignement du BALES sur les domaines du SAM.....	52
Figure 27. Mapping des couches et de la séquence d'alignement d'ARIS sur les domaines du SAM.....	55

Figure 28. Couches de l'approche de Wieringa	56
Figure 29. Mapping des couches et de la séquence d'alignement de l'approche de Wieringa sur les domaines du SAM	58
Figure 30. Architecture de trois couches de la méthode BITAM	59
Figure 31. Mapping des couches et des séquences d'alignement du BITAM sur les domaines du SAM.....	62
Figure 32. Chemin d'alignement proposé par Yetton et al. (1994).....	64
Figure 33. Mapping des éléments et de la séquence d'alignement du « Fujitsu framework » sur les domaines du SAM	65
Figure 34. Mapping des couches et de la séquence d'alignement de SEAM sur les domaines du SAM.....	69
Figure 35. Le « generic framework » (adaptée de (Maes 1999)).....	81
Figure 36. Le « Integrated Architecture Framework » (IAF) (adaptée de MSDN Architecture Center).....	83
Figure 37. Le modèle d'Alignement Stratégique pour la Gestion de Connaissances – KMSAM (adaptée de (Sun et Chen 2008)).....	85
Figure 38. Démarche d'extension du SAM.....	87
Figure 39. SAM étendu (Avila et al. 2008b).....	88
Figure 40. Diagramme de classes des éléments de la structure du SAM.....	89
Figure 41. Diagramme de classes décrivant l'assignation des ensembles de décision de conception aux composants du domaine de conception du SAM étendu.....	95
Figure 42. Diagramme de classes décrivant l'assignation des ensembles de décision de conception aux composants du domaine de conception du SAM étendu.....	97
Figure 43. SAM étendu pour le domaine de conception.....	98
Figure 44. Mapping des catégories de décision de production aux composants du domaine de production du SAM étendu.....	101
Figure 45. Diagramme de classes décrivant l'assignation des catégories de décision de production aux composants du domaine de production du SAM étendu.....	103
Figure 46. SAM étendu pour le domaine de production	104
Figure 47. Diagramme de classes des éléments conceptuels des séquences du SAM.....	105
Figure 48. Séquences d'alignement pour le SAM étendu avec la stratégie concurrentielle comme domaine d'ancrage.	108
Figure 49. Séquences d'alignement pour le domaine de conception avec la stratégie des TI comme domaine d'ancrage.	110
Figure 50. Séquences d'alignement pour le domaine de conception avec la stratégie de production comme domaine d'ancrage	111

Figure 51. Exemple de séquence d’alignement émergente pour le SAM étendu au domaine de conception	112
Figure 52. Séquence d’alignement émergente pour le SAM étendu au domaine de production	113
Figure 53. Modèle « multi-écrans » (adapté de (Goepp et al. 2008))	117
Figure 54. Diagramme de classes des éléments de la structure du modèle « multi-écrans ».	118
Figure 55. Représentation des briques d’évolution et des rôles des écrans sur le modèle « multi-écrans ».....	119
Figure 56. Représentation des mécanismes d’évolution sur le modèle multi-écrans.....	121
Figure 57. Diagramme de classes des éléments de la structure du BRG Model / i *.....	122
Figure 58. Diagramme de classes du partage des instances du SAM et du modèle « multi-écrans ».....	123
Figure 59: Démarche de formulation des problèmes –clés (Goepp et Kiefer 2006b).....	125
Figure 60: Framework de problèmes-clés (Goepp et Kiefer 2006a).....	126
Figure 61. vision globale des cas d’utilisation du SAM étendu et du modèle multi-écrans ..	128
Figure 62. Diagramme de cas d’utilisation pour la spécificité « Décrire des composants »..	128
Figure 63. Diagramme de cas d’utilisation pour la spécificité « Intégrer les dimensions liées aux usagers »	129
Figure 64. Diagramme de cas d’utilisation pour la spécificité « Identifier les acteurs externes »	130
Figure 65. Diagramme de cas d’utilisation pour la spécificité « Identifier et décrire les profils des usagers »	131
Figure 66. Diagramme de cas d’utilisation pour la spécificité « Veille technologique dans les domaines des TI et d’application »	132
Figure 67. Diagramme de cas d’utilisation pour la spécificité « Eliciter les évolutions du domaine d’application »	132
Figure 68. Diagramme d’activité pour la création des séquences d’alignement.....	134
Figure 69. Diagramme d’activité pour la création de séquences d’évolution	137
Figure 70. Diagramme de classes des éléments et fonctions du SAM étendu et du modèle « multi-écrans ».....	139
Figure 71. Activités et objets de la démarche minimale d’alignement des SI Techniques	143
Figure 72. Contexte du cas d’étude	147
Figure 73. Domaines du SAM étendu instanciés pour la description de l’état actuel.....	150
Figure 74. Ecrans du modèle « multi-écrans » instanciés pour la description de l’état actuel	151
Figure 75. Domaines d’ancrage, impacté et pivots potentiels.....	152
Figure 76. Séquences potentielles pour la description de l’état actuel.....	153

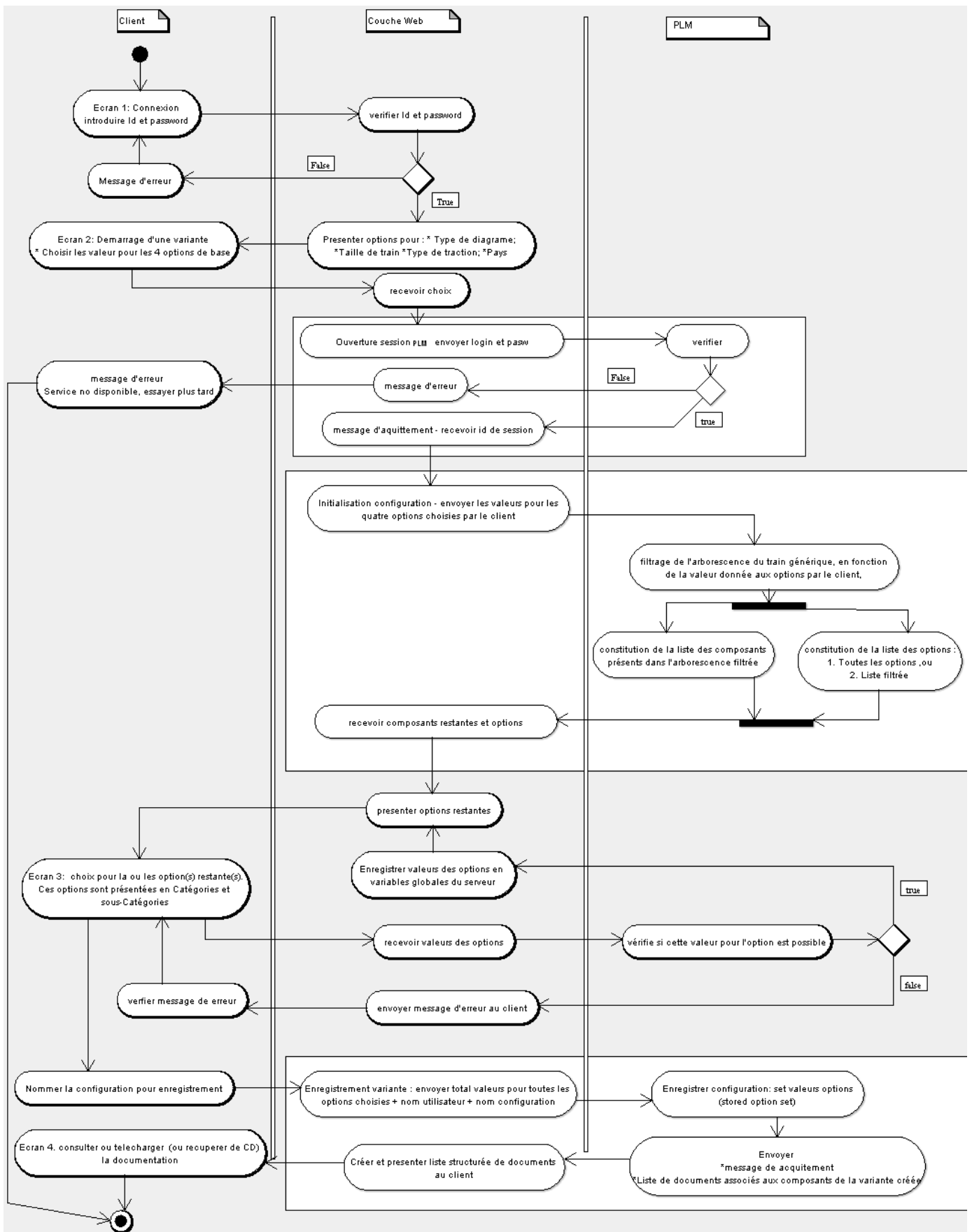
Figure 77. Désalignement de l'existant (As-Is)	154
Figure 78. Prévisions à long terme pour les domaines du Business et de la conception	155
Figure 79. Domaines du SAM étendu instanciés pour la description veille technologique...	156
Figure 80. Séquence d'évolutions pour le cas d'étude.....	158
Figure 81. Domaines du SAM étendu instanciés dans le dernier tour d'élicitation.....	159
Figure 82. Diagramme de cas d'utilisation de l'application	160
Figure 83. Diagramme de cas d'utilisation de l'application – configuration des options au niveau du train.....	160
Figure 84. Diagramme de cas d'utilisation de l'application – configuration des options au niveau du vehicule.....	161
Figure 85. Domaines impliqués dans la conception de l'application de gestion de variantes	162
Figure 86. Séquence d'alignement conduisant à la conception de l'application de gestion de variantes	165
Figure 87. Architecture retenue.....	166

Liste de Tableaux

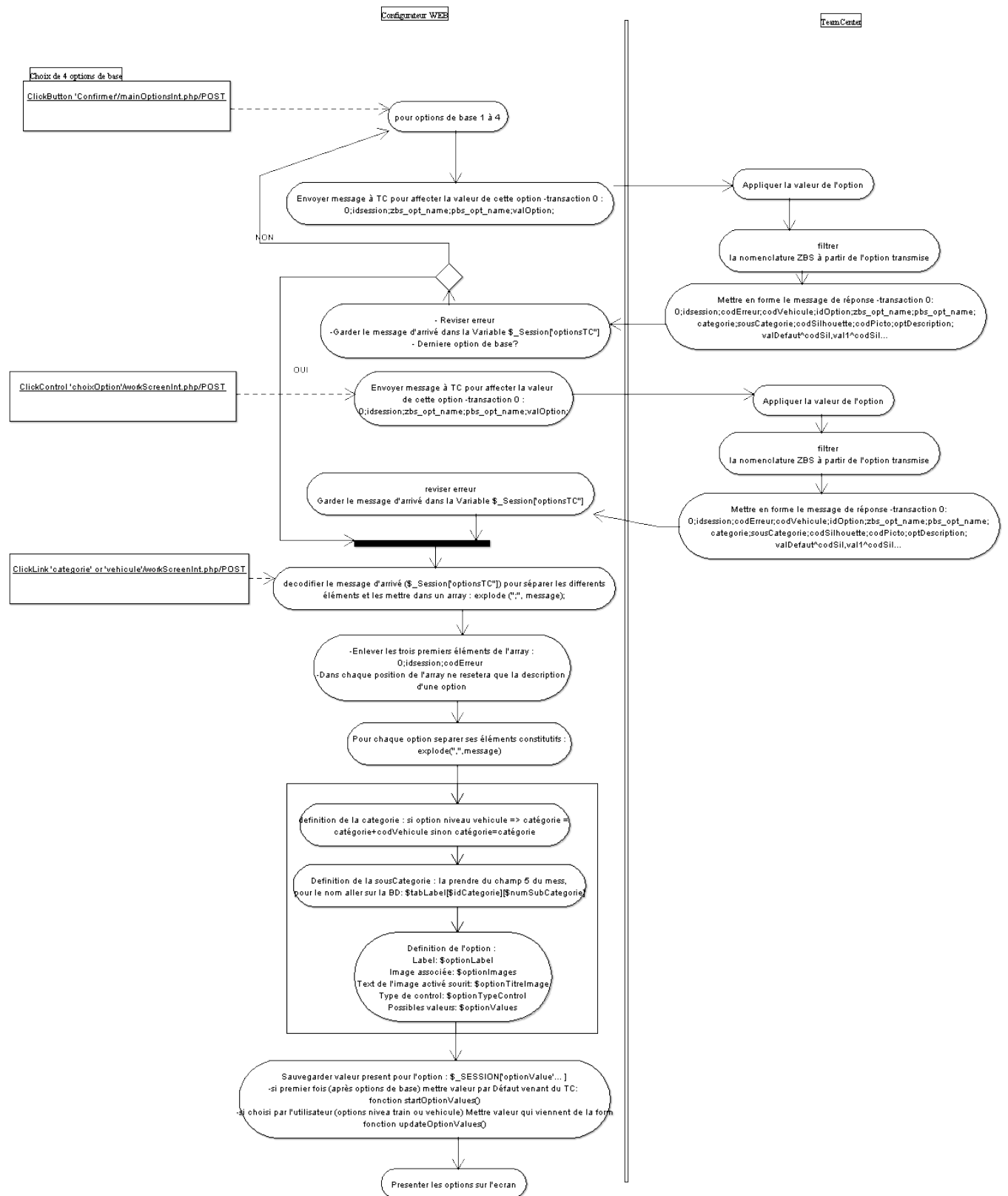
Tableau 1. Synthèse des éléments de la grille d'analyse (Avila et al. 2009).	35
Tableau 2. Domaines impliqués	71
Tableau 3. Séquences d'alignement	71
Tableau 4. Perspectives pour scruter l'environnement	72
Tableau 5. Analyse de la dimension temporelle.....	73
Tableau 6. Résumé de la mise en perspective des apports des approches d'alignement pour les SI Techniques.....	77

Annexes

11.1 Annexe 1 : Diagramme d'activité dynamique d'interaction de l'application



11.2 Annexe 2 : Diagramme d'activités intégration serveur d'application – PLM



Résumé :

Le contexte industriel actuel est caractérisé par l'incertitude et la complexité de ses évolutions. Dans ce contexte les entreprises doivent s'adapter en interne, aux contraintes externes. Ces changements internes touchent plusieurs niveaux de l'organisation : les niveaux stratégique, organisationnel et informationnel. Les changements qui affectent le système d'information (SI), sont traités dans le cadre de l'alignement des SI. Les différents travaux dans ce domaine s'attachent principalement à l'alignement stratégique « interne » à l'organisation. Cependant, pour faire face aux incertitudes et à la complexité de l'environnement externe, il est nécessaire d'y ajouter deux points de vue complémentaires : l'alignement avec l'environnement et l'alignement avec les évolutions. Pour les SI dits techniques (support aux activités de conception et de production), ces trois points de vue d'alignement prennent une forme spécifique. L'objectif de nos travaux est de proposer une approche contribuant à l'alignement « complet » de ce type de SI.

Nous proposons un cadre d'analyse pour évaluer les approches d'alignement existantes, en termes de points de vue d'alignement traités. Cette évaluation montre que l'alignement complet n'est pas supporté dans son intégralité par les approches existantes. Sur la base de cette analyse, l'adaptation et l'opérationnalisation du Modèle d'Alignement Stratégique (SAM) étendu et du Modèle « multi-écrans » sont proposées. Ainsi, nous proposons d'étendre le SAM originel en y ajoutant les domaines d'application spécifiques des SI Techniques et en définissant de nouvelles séquences d'alignement potentielles. Pour le modèle « multi-écrans », ses concepts formalisés, et des mécanismes d'évolution permettant la construction des séquences d'évolution sont proposés. Afin d'assurer un alignement complet des SI techniques, un couplage des deux modèles SAM étendu et « multi-écrans » est préconisé. Enfin, nous complétons ces modèles par une démarche d'alignement minimale qui exploite les propositions faites dans ce travail. La mise en œuvre de l'approche et des modèles préconisés est illustrée sur un cas d'étude industriel.

Mots clés :

Système d'information technique, alignement des systèmes d'information, SAM Etendu, multi-écrans

Summary:

Nowadays, the industrial context is characterised by the uncertainty and the complexity of its evolutions. Thus, companies have to evolve introducing internal changes as a response to the external forces. These internal changes should impact several levels of the organisation (strategic, organisational and informational levels). These related to the Information System (IS), are tackled in the IS alignment field. Contributions to IS alignment focus mainly on the so-called "internal" strategic alignment. However, to address the complexity and uncertainty of the external environment, it is proposed to consider two complementary levels enabling a "complete" alignment: the alignment with the environment and the alignment with the evolutions. For Technical IS (supporting product design and manufacturing processes) these three alignment levels take a specific form. The main objective of this work is thus to propose an approach enabling the complete alignment of Technical IS. Firstly, we propose an analysis framework in order to evaluate existing IS alignment approaches, towards the tackled alignment levels. The results of this evaluation show that alignment with the environment and the evolutions are not sufficiently supported yet. In this boarder, it is propose to adapt and operationalise the Strategic Alignment Model (SAM), of which an extension is proposed, and the Multi-Screen Model. The Extended SAM extends the original SAM by adding the specific application domain for Technical IS and formalising new "extended" alignment sequences. For the Multi-Screen Model, its conceptual elements are formalised. Corresponding evolution mechanisms enabling the construction of evolution sequences are proposed. In order to ensure the complete alignment of Technical IS, it is proposed to couple the Extended SAM and the Multi-Screen Model. At last, these models are enriched by a minimal alignment approach composed of four stages, exploiting the proposals of this work. The use of the approach is illustrated through an industrial a study case.

Keywords:

Technical information system, information system alignment, extended SAM, Multi-Screen
