



N° d'ordre : ???

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

UdS – INSA – ENGEES

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Présentée par

Virginie GOEPP-THIEBAUD

**Modèles et Méthodes pour l'Alignement des Systèmes
d'Information en Entreprises Industrielles**

Soutenue le 28 novembre 2013

Membres du jury

Rapporteur	M. Alain Bernard, Professeur, Ecole Centrale de Nantes
Rapporteur	M. Jean-Pierre Bourey, Professeur, Ecole Centrale de Lille
Rapporteur	M. Laurent Geneste, Professeur, ENI de Tarbes
Examineur	Mme Valérie Botta-Genoulaz, Professeur, INSA de Lyon
Examineur	M. Michel Kalika, Professeur, Paris Dauphine
Examineur	M. Michael Petit, Professeur, Université de Namur
Examineur	Mme Colette Rolland-Benci, Professeur, Université Paris 1
Examineur	M. François Vernadat, Professeur, Commission Européenne
Invité	M. Michel De Mathelin, Professeur, Université de Strasbourg
Garant	M. Emmanuel Caillaud, Professeur, Université de Strasbourg

Aux hommes de ma vie

Remerciements

Ce dossier d'Habilitation à Diriger des Recherches vient clore scientifiquement et symboliquement une première phase de ma carrière d'enseignant-chercheur. Arrivée à ce carrefour de ma vie professionnelle je tiens à exprimer ma gratitude à ceux qui ont rendu ce travail possible, en dépit de toutes les difficultés.

Je tiens tout d'abord à remercier Emmanuel Caillaud qui est le garant de cette Habilitation à Diriger des Recherches mais qui est aussi devenu, au fil des années, un ami sur lequel je peux compter. Merci pour nos discussions fructueuses, ton écoute attentive et tes conseils de tous les instants.

Tous mes remerciements vont également à Messieurs Alain BERNARD, professeur à l'Ecole Centrale de Nantes, Jean-Pierre BOUREY, professeur à l'Ecole Centrale de Lille et Laurent GENESTE, professeur à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes qui m'ont fait l'honneur et le plaisir d'être rapporteurs de ce dossier et membres du jury. Merci pour votre lecture attentive et vos commentaires éclairés sur mon travail.

Mes remerciements vont aussi à Messieurs François VERNADAT, membre de la Commission Européenne et Michel KALIKA, professeur à l'Université Paris Dauphine pour avoir acceptés d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier Madame Colette ROLLAND-BENCI, professeur à l'Université Paris 1 d'être présente dans le jury après m'avoir suivie de loin depuis la fin de ma thèse.

Un grand merci également à Madame Valérie BOTTA-GENOULAZ, professeur à l'INSA de Lyon, pour être présente aujourd'hui et pour la confiance qu'elle m'a accordé au cours de ces dernières années.

Je ne saurai oublier Monsieur Michaël PETIT, professeur à l'Université de Namur qui m'a accueilli chaleureusement à Namur et dont les nombreux échanges ont contribué à la finalisation de ce mémoire. C'est à son tour d'effectuer le trajet Strasbourg/Namur pour faire partie de ce jury.

Un merci spécial à François KIEFER, maître de conférences à l'INSA de Strasbourg, pour m'avoir initiée à une recherche centrée terrain mais aussi à Bertrand ROSE, sur lequel on peut, non sans risque, compter dans toutes les situations.

Les dernières lignes de ces remerciements iront à Fabrice et Loris pour leur présence à mes côtés et la force qu'ils me donnent chaque jour puisque la plus grande gloire n'est pas de ne jamais tomber mais de se relever après chaque chute...

Table des Matières

A Synthèse des Activités d'Enseignement et de Recherche.....	5
A.1 Curriculum Vitae.....	7
1 Situation actuelle.....	7
2 Titres et diplômes.....	7
3 Parcours.....	7
4 Mobilité.....	7
5 Activités d'enseignement / responsabilités pédagogiques.....	7
6 Encadrements.....	8
7 Publications.....	8
8 Responsabilités scientifiques.....	8
9 Rayonnement scientifique.....	9
A.2 Activités d'Enseignement et Responsabilités Pédagogiques.....	9
1 Bilan quantitatif.....	9
2 Disciplines enseignées.....	11
2.1 Informatique et ingénierie des SI.....	11
2.2 Gestion des données techniques et CAO.....	12
2.3 Conception et automatisme.....	12
3 Responsabilités pédagogiques et administratives.....	13
A.3 Activités Administratives et Collectives (hors enseignement).....	14
1 Encadrement de thèses et de master R.....	14
1.1 Thèses de doctorat.....	14
1.2 Master R.....	15
2 Responsabilités scientifiques.....	15
2.1 Groupement de recherche européen.....	15
2.2 Communauté nationale GdR MACS.....	15
2.3 Projets de recherche.....	16
2.4 Relations avec le monde industriel.....	16
2.5 Organisation de congrès et manifestations scientifiques.....	17
3 Rayonnement scientifique.....	17
3.1 Organisation de numéros spéciaux de revues internationales.....	17
3.2 Organisation de sessions de congrès.....	17
3.3 Séminaires de recherche invité.....	18
3.4 Comités de programme et reviewing.....	18
3.5 Commission de spécialistes et de sélection.....	19
3.6 Participation à des jurys de thèse.....	19

B Travaux de Recherche et Perspectives	21
B.1 Introduction.....	23
B.2 Positionnement Scientifique.....	26
1 Ingénierie et Modélisation d'Entreprise.....	26
1.1 Définitions	26
1.2 Etat de l'art	29
2 Systèmes d'information en entreprise industrielle.....	34
2.1 Vision « instrumentaliste ».....	34
2.2 Vision « interprétative » et « interactionniste »	36
2.3 Les S.I. « techniques ».....	37
2.4 Quelle recherche pour les S.I. « techniques » ?.....	40
3 De la caractérisation de l'alignement des S.I.....	42
3.1 L'alignement : un concept polymorphe.....	43
3.2 De la multiplicité de la recherche en alignement des S.I.	45
B.3 Contribution à la Compréhension et Conduite de l'Alignement.....	58
1 Un cadre d'analyse pour l'alignement complet des S.I.	59
1.1 Présentation du cadre.....	59
1.2 Démarche de revue des approches de construction de l'alignement.....	63
1.3 Résultats de l'analyse	65
2 La méthode ATIS (Aligning Technical Information Systems).....	69
2.1 Le modèle E-SAM.....	69
2.2 Le modèle « multi-écrans »	78
2.3 La démarche de construction d'alignement complet.....	82
3 Production scientifique relative à l'axe 1.....	87
3.1 Production relative au cadre d'analyse.....	87
3.2 Production relative à la méthode ATIS	88
B.4 Instrumentation de Liens d'Alignement Particuliers.....	89
1 Le cas des ERP ou comment gérer le risque de non-alignement	89
1.1 ERP et alignement	89
1.2 « Model driven ERP alignment »	96
1.3 « Risk factor driven ERP alignment »	101
2 Les S.I. support à la conception : de l'intérêt de la Modélisation d'Entreprise	108
2.1 Conception intégrée pièce/outillage en injection plastique.....	108
2.2 KMS en éco-conception	111
3 Production scientifique relative à l'axe 2.....	118
3.1 Cas des ERP	118
3.2 S.I. support à la conception	118

B.5 Perspectives	120
1 Vers d'autres facettes de l'alignement	120
1.1 De la dynamique et du maintien de l'alignement	120
1.2 De l'alignement dans les réseaux d'entreprise	123
1.3 De l'alignement dans d'autres domaines	126
B.6 Références Bibliographiques	128
B.7 Liste des Figures.....	144
B.8 Liste des Tableaux	147
C Production Scientifique.....	149
C.1 Production Scientifique	151
1 Bilan quantitatif	151
2 Revues à comité de lecture	151
2.1 Revues Internationales (ACL et ACLSoumise dont*indexées JCR)	151
2.2 Revues nationales (ACLN)	152
2.3 Vulgarisation (PV)	152
3 Congrès avec actes	153
3.1 Congrès Internationaux (C-ACTI) avec comité de lecture et actes.....	153
3.2 Congrès Francophones (C-ACTF) avec comité de lecture et actes.....	154
3.3 Congrès Nationaux (C-ACTN) avec comité de lecture et actes.....	155
4 Chapitre d'ouvrage (Ch)	155
5 Autres (AP)	156
6 Rapport (R)	156
D Annexes.....	157
D.1 Annexe 1 : Références Bibliographiques Ingénierie et Modélisation d'Entreprise....	159
D.2 Annexe 2 : Copie des Principales Publications	167

A

SYNTHESE DES ACTIVITES

D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

A.1 CURRICULUM VITAE

Virginie GOEPP-THIEBAUD
Nationalité Française
Née le 5 décembre 1977 (35 ans)
Mariée, 1 enfant
Maître de Conférences INSA de
Strasbourg
61ème section CNU

INSA de Strasbourg – ICube
24, bld de la Victoire
67084 – STRASBOURG Cedex
virginie.goepp@insa-strasbourg.fr
Adresse personnelle :
2, rue des Cognassiers
67600 – KINTZHEIM

1 Situation actuelle

Maître de Conférences à l'INSA de Strasbourg (61ème section CNU) au 5ème échelon depuis le 1^{er} avril 2013, titulaire de la PES depuis septembre 2009

Activité de recherche en ingénierie des systèmes d'information d'entreprise dirigée par les modèles et leur alignement au Laboratoire des sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Ingénierie (ICube, UMR7357, CNRS-INSA-ENGEEES-Université de Strasbourg)

2 Titres et diplômes

2005 Inscrite sur les listes de qualification aux fonctions de Maître de Conférences en 60 et 61ème sections CNU

2003 Docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL), spécialité Génie des Systèmes Industriels « Contribution à la définition de processus contingents et modulaires en développement de systèmes d'information : Proposition d'une démarche orientée identification des problèmes-clés »

2000 Diplôme d'ingénieur ENSAIS Spécialité Mécatronique – DEA en Génie des Systèmes Industriels de l'INPL Mention TB

3 Parcours

Maître de Conférences depuis septembre **2005** à l'INSA de Strasbourg

Activité de recherche au LGeCo (2005-2012) puis à ICube depuis janvier **2013**

ATER à temps partiel à l'INSA de Strasbourg, 2003-2005

Allocataire moniteur, monitorat à l'Ecole Nationale Supérieure en Génie des Systèmes Industriels (ENSGSI – INPL, Nancy), **2000-2003**

4 Mobilité

Séjour de recherche et mobilité enseignement ERASMUS à l'Université de Namur, Faculté d'Informatique – Research Center in Information System Engineering (PRECISE Research Center), mars-juin 2013

5 Activités d'enseignement / responsabilités pédagogiques

Service annuel moyen depuis 2005/2006 300 h éq. TD

Enseignement (C, TD, TP, Projet : formation initiale et continue) en informatique, gestion des données techniques/CAO (Conception Assistée par Ordinateur), méthodologie de conception
Responsabilités dans les départements Mécanique et Savoirs en Commun de l'INSA de Strasbourg :

- Responsable de 5 modules d'enseignement de niveau L1 à M2
- Administrateur du système de données techniques – Windchill PDM Link (200 utilisateurs)
- Professeur de classe de la spécialité Mécatronique 5ème année (30 étudiants)
- Membre du bureau du département Mécanique (300 étudiants) et du conseil de champ disciplinaire Sciences pour l'Ingénieur du Département Savoirs en Commun (200 étudiants) : évolution des grilles, organisation des enseignements, groupes de travail (5 réunions / an)

6 Encadrements

Co-encadrement de 2 thèses soutenues (encadrement cumulé de 120%)

4 directions ou co-directions de Master R (encadrement cumulé de 300%)

7 Publications

10 articles dans des revues internationales à comité de lecture dont 8 indexées JCR, 9 indexées Scopus

2 articles dans des revues nationales

1 revue diffusion de la connaissance (La Cible)

26 conférences (15 conférences internationales, 5 conférences francophones, 7 conférences nationales)

1 chapitre d'ouvrage

8 Responsabilités scientifiques

Responsable pour l'INSA de Strasbourg des relations avec le Groupement d'Intérêt Scientifique GIS – Interop Grande Région

Co-animatrice du GT Easy-Dim « Ingénierie d'Entreprise et de Système d'Information Dirigée par les Modèles » du GdR MACS, depuis novembre 2012 (600 inscrits, 2 réunions et un workshop / an)

Participation au projet ANR SEPOLBE (Substance Extra-cellulaires POur Les BEtons) en collaboration avec l'équipe Génie Civil d'ICube depuis 2012

Responsable de la collaboration avec le Laboratoire Décision et Information pour les Systèmes de Production – EA 4570 DISP-INSA de Lyon sur l’alignement des systèmes d’information à base de progiciels (2009-2013) : BQR Inter-INSA, co-direction thèse de S. Mamoghli

Co-responsable du projet national GT3 du cluster CREER en collaboration avec l’équipe LISS du LGeCo et l’ENSAM Chambéry, co-financement par l’ADEME, la Région Alsace et la DRIRE (2007-2009)

9 Rayonnement scientifique

Editrice invitée pour un numéro spécial d’IJCIM (International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Elsevier, indexée JCR) sur le thème “Enterprise Engineering & Alignment”, paru en novembre 2011

Organisatrice de cinq sessions spéciales dans des congrès et workshops (MOSIM’2010, Workshop Easy Dim’2013, Journées STP du GdR MACS, CIGI’2013) de 2010 à aujourd’hui

Membre des comités de programme du Workshop on Enterprise Integration, Interoperability and Networking (EI2N’2013), de PRO-VE’10, 11, 12 (11th, 12th , 13th IFIP Working Conference on Virtual Enterprise: “Collaborative Networks for a sustainable World”) et des Workshop IESI’2010, 2011 (Ingénierie d’entreprise et Système d’Information) en conjonction le congrès INFORSID

Relectrice pour les revues “International Journal of computer Integrated Manufacturing”, “Computers & Industrial Engineering”, “International Journal of Production Research”, “Enterprise Information Systems”, “Journal of Intelligent Manufacturing”, “Concurrent Engineering Research and Application”, “Ingénierie des Systèmes d’Information“

Relecture d’articles pour les conférences IFAC INCOM’2012, MOSIM 2010 (8th ENIM IFAC International Conference of Modeling and Simulation), congrès des IAE’2010

Membre élue de la commission de spécialistes de l’INSA de Strasbourg de 2006 à sa disparition en 2008 et membre nommée de la commission de spécialistes de l’Université Henri Poincaré (UHP-Nancy) de 2007 à sa disparition en 2008

A.2 ACTIVITES D’ENSEIGNEMENT ET RESPONSABILITES PEDAGOGIQUES

1 Bilan quantitatif

J’ai débuté mon activité d’enseignement dès ma première année de thèse en tant que monitrice à l’ENSGSI (Ecole Nationale Supérieure en Génie des Systèmes Industriels - INPL -

Nancy) où j'ai pu découvrir le mode d'apprentissage par projet dans le cadre d'un module d'initiation à l'Analyse de la Valeur. Contrairement à une progression pédagogique « classique » de type C/TD/TP, les étudiants disposaient d'un cours en ligne et appliquaient la méthodologie sur un cas pratique ; les enseignants étant là uniquement comme ressources. Cette première expérience m'a conforté dans mon choix de devenir enseignant-chercheur.

Dans la suite de ma carrière, mes activités d'enseignement se sont diversifiées en s'appuyant tant sur ma formation initiale d'ingénieur en mécatronique que mes compétences acquises dans le cadre de mes activités de recherche.

Ainsi, depuis mon recrutement en tant que Maître de Conférence à l'INSA de Strasbourg en 2005, mes activités d'enseignement sont caractérisées par une charge d'enseignement importante (en moyenne 300 h éq. TD /an) ainsi que par la diversité des matières enseignées et des publics concernés (taille et niveau des groupes). Il s'agit essentiellement d'étudiants d'école d'ingénieurs en formation initiale ou formation continue. Les formes pédagogiques sont, elles aussi, variées : cours magistraux de 100 à 30 étudiants, travaux dirigés mais aussi travaux pratiques, projets sans oublier encadrement de stagiaires. Mes enseignements peuvent être classés en trois pôles :

- Informatique et ingénierie des systèmes d'information (SI)
- Gestion des données techniques et CAO (Conception Assistée par Ordinateur)
- Conception et automatisme

Le Tableau 1 récapitule mes activités d'enseignement. Les enseignements en italique correspondent aux enseignements que j'ai mis en place ; ceux en gras sont ceux dont je suis responsable (coordination des intervenants, saisie des notes, etc.).

A ces activités d'enseignement s'ajoute l'encadrement des étudiants lors des stages de fin d'études. Depuis 2005, j'ai encadré **25 projets de fin d'études** en milieu industriel sur des thématiques telles que la réorganisation d'ateliers de production, la conduite de projet ERP (Enterprise Resource Planning), ...

De plus, j'ai eu l'opportunité, en mars 2013, d'effectuer un séjour ERASMUS enseignement à l'université de Namur où j'ai dispensé 10h de cours sur l'alignement des systèmes d'information à des étudiants M1 en informatique.

Intitulé du module	Niveau	Année(s)	Volume horaire annuel	Mots-clés
Informatique et Ingénierie SI				
<i>Informatique 1</i>	L1	2005-présent (INSA)	8hC, 24h TD, 32hTP	Algorithmique, Programmation structurée en Java
<i>Informatique Appliquée</i>	L3	2007-2013 (INSA) 2013-présent (INSA)	8hC, 60h TD 7,5hC, 18hTP	Programmation orientée objet, C++, Application métier
<i>Systèmes Informatiques</i>	M1 (FC) L1	2003-présent (INSA) 2003-2005 (INSA)	16hC, 16hTD 8hC, 60hTP	Algorithmique, Programmation structurée en C
<i>CFC Informatique</i>	M1 (FC)	2007-présent (INSA)	12hC	VBA sous Excel
Informatique Avancée	M2	2009-2013 (INSA et M2 GI)	6hC 4hC	Modélisation UML, alignement des SI
Gestion des données techniques et CAO				
<i>Gestion Cycle de Vie</i>	L3	2013 (INSA)	7.5hC 4*12hTP	Product Lifecycle Management, gestion des données techniques, PDM Link
<i>TP Conception Exécution 1</i>	L3 L3 (FC)	2006-2013 (INSA) 2006-2008 (INSA)	32hTP 16hC, 16hTP	CAO fonctions de base, gestion des données techniques
Conception Exécution 4	M1	2006-2008 (INSA)	24hTP	CAO fonctions avancées, calcul de structure
Conception et automatisme				
Systèmes Automatisés de Production	M2	2005-2009	8hC, 12hTD	Analyse de tâches opératives, Graficets complexes, GEMMA
<i>Méthodologie de conception</i>	M2 (FC) L1	2005-présent INSA 2000-2003 (ENSGSI)	12hC, 12hTD 64TD	Modèles et processus de conception de produits, QFD, Analyse de la Valeur

Tableau 1 : Bilan quantitatif des enseignements

2 Disciplines enseignées

2.1 Informatique et ingénierie des SI

Ce pôle correspond aux enseignements pour lesquels j'ai été recrutée en tant que Maître de Conférence à l'INSA de Strasbourg. Le passage ENSAIS à INSA a impliqué de revoir complètement les grilles de formation et les modes d'organisation pour les adapter à l'augmentation des flux en 1^{ère} et 2^{ème} années passant de 100 à 400 étudiants. J'ai eu la charge de mettre en place les modules Informatique 1 destiné aux STH1 et Informatique Appliquée destiné aux élèves de 3^{ème} année du département Mécanique.

Le module **Informatique 1** de 28h (8h C, 12h TD, 8h TP) est le premier des 3 modules communs d'informatique aux deux premières années. Il a pour objectif l'initiation à l'algorithmique et à la programmation structurée pour des étudiants dont le cœur de métier n'est pas l'informatique. J'y ai introduit une forte composante algorithmique ainsi que des

formes pédagogiques nouvelles. Ainsi, je mets en œuvre la pédagogie en îlots pour les TD de sorte à encourager l'entraide entre les étudiants. Pour l'acquisition des algorithmes de tri, je mets en œuvre une pédagogie par problème où l'objectif est de trier un jeu de carte. Cela permet de donner du sens à ces algorithmes. Le langage de programmation Java, quant à lui, n'est abordé qu'en TP. Ce module concerne chaque année 200 étudiants, soit 16 groupes de TP et plusieurs intervenants. Une seconde réforme pédagogique en 2012/2013 a fait légèrement évoluer ce module en termes de volume horaires (passage de 8h à 12h de TP) ; les objectifs pédagogiques et le langage de programmation restant les mêmes.

Le module **Informatique Appliquée** de 28h (8h C, 8h TD, 12h TP) est un module de spécialité. A ce titre, il a pour objectif de montrer la mise en œuvre de la programmation orientée objet (POO) en C++ sur des applications métier. Les aspects classiques de la POO (encapsulation, polymorphisme, héritage, objet, attribut, méthode, etc.) et ceux spécifiques au C++ (pointeurs, passage par adresse, etc.) sont abordés en deux temps. Ce module concerne chaque année 100 étudiants. A partir de l'année 2013/2014, il sera remplacé par un module électif de 7.5h C et 9h TP où les objectifs d'acquisition du langage de programmation sont identiques mais les applications métier moins développées.

Parallèlement à ces deux modules, j'interviens aussi auprès des élèves ingénieurs en formation par apprentissage spécialité Mécanique. Le module **Systèmes Informatiques** a sensiblement les mêmes objectifs que le module Informatique 1. Le langage de programmation change (langage C) et le contenu est adapté au public avec des applications métiers. Le module **CFC (Cours Formation Continue) Informatique** est une initiation à la programmation VBA sous Excel : manipulation de l'éditeur de programmation, création de macros et userforms, etc.

J'ai regroupé avec les enseignements en informatique, ceux relatifs à l'ingénierie des S.I.. Progressivement, j'intègre dans des modules existants à l'INSA de Strasbourg ou à l'UDS une partie des éléments relatifs à l'alignement des SI développés dans mes recherches.

2.2 Gestion des données techniques et CAO

Ce pôle d'enseignements est venu enrichir mes activités d'enseignement en 2006/2007 lorsque j'ai été en charge du déploiement du système de gestion des données techniques (SGDT) ProINTRALINK puis PDM Link au sein de la plateforme pédagogique du département mécanique de l'INSA de Strasbourg. Outre la formation au logiciel et son administration j'ai été en charge de l'introduire dans le cursus de formation. Cela m'a amené à redéfinir les TP du module **Conception Exécution 1** qui couple à présent gestion des données techniques et conception assistée par ordinateur (CAO) sous ProENGINEER. Cette montée en compétence m'a permis d'intervenir dans le module **Conception Exécution 4** qui aborde les fonctions avancées de ProENGINEER en matière de CAO et de calcul de structure. J'ai abandonné ces TP en 2010 pour diminuer ma charge d'enseignement. L'investissement dans les enseignements de type CAO/gestion des données techniques est un moyen d'adosser enseignement et recherche pour aborder les systèmes d'information support à la conception.

2.3 Conception et automatisme

Le module **Méthodologie de Conception** (16 h C-16 h TD) s'adresse à des élèves ingénieurs de 5^{ème} année en formation par apprentissage. Il a pour objectif d'illustrer les concepts de contingence et de modularité (utilisation conjointe de plusieurs méthodes de conception adaptée à un contexte) dans le domaine de la conception de produit. Il s'agit, pour les étudiants, de prendre du recul par rapport à leur pratique en entreprise et aux méthodes acquises au cours de la formation. Ce module alterne cours et mise en pratique en s'appuyant sur les expériences et projets des étudiants en entreprise. Ainsi, y sont abordés le couplage analyse de la valeur/QFD ou encore la notion de processus de conception et sa modélisation.

Mon intervention dans le module **SAP (Système Automatisé de Production)** (8h C, 6h TD) était axée sur la conception de grafjets complexes avec définition et gestion des tâches opératives. J'ai abandonné cet enseignement en 2010 pour diminuer ma charge d'enseignement.

3 Responsabilités pédagogiques et administratives

Responsable des modules (définition et validation du contenu des modules, coordination des intervenants) :

- Informatique 1 (200 étudiants, 2*8h C, 8*12h TD, 16*12hTP)
- Informatique Appliquée (100 étudiants, 8h C, 4*8h TD, 8*4h TP)
- Systèmes Informatiques (30 étudiants, 16h C, 16 TD)
- TP Conception Exécution 1 (100 étudiants, 8*16h TP)
- Méthodologie de conception (30 étudiants, 16h C, 16h TD)

Responsable de l'administration de PDM Link (système de gestion des données techniques) au sein de la plateforme pédagogique du département mécanique de l'INSA de Strasbourg :

- Gestion des utilisateurs (200 utilisateurs : gestion des comptes, des droits, etc.)
- Gestion de la base de données
- Evaluation et choix des nouvelles solutions à déployer
- Définition des paramètres de la solution et du fonctionnement associé

Professeur de classe des étudiants en mécatronique 5^{ème} année (30 étudiants) :

- Coordination et validation des projets étudiants en collaboration avec M. Vedrines, responsable de la spécialité
- Organisation des soutenances des projets étudiants (30 soutenances / an)

Membre du bureau du département Mécanique (300 étudiants) et du conseil de champ disciplinaire Sciences pour l'Ingénieur du Département Savoirs en Commun (200 étudiants) : évolution des grilles, organisation des enseignements, groupes de travail (5 réunions / an)

A.3 ACTIVITES ADMINISTRATIVES ET COLLECTIVES (HORS ENSEIGNEMENT)

1 Encadrement de thèses et de master R

1.1 Thèses de doctorat

J'ai encadré jusqu'à présent deux thèses de doctorat sur les thématiques des systèmes d'information et leur alignement.

Encadrement à **70% de la thèse d'Oscar Avila** « Contribution à l'alignement complet des systèmes d'information techniques », thèse de l'UDS en Ingénierie et Technologie Spécialité Sciences et Technologies Industrielles soutenue le 19/11/2009.

- *Dates de début et fin* : novembre 2006, soutenue en novembre 2009
- *Type de financement* : allocation de recherche MENRT
- *Directeur de thèse* : B. Keith (PR 61^{ème} section CNU, INSA de Strasbourg) (encadrement 10%)
- *Rapporteurs* : J-P. Bourey (PR 61^{ème} section CNU, EC de Lille), H. Pingaud (PR 61^{ème} section CNU, ENSTIMAC)
- *Examineurs* : C. Rolland (PR 27^{ème} section CNU, Paris I Sorbonne), V. GOEPP (McF 61^{ème} section CNU, INSA de Strasbourg) (co-encadrant 70%), F. Kiefer (McF 60^{ème} section CNU, INSA de Strasbourg) (co-encadrant 20%)
- *Devenir du docteur* : Architecte Systèmes d'Information - CapGemini

Encadrement à **50% de la thèse de Sarra Mamoghli** « Contribution à l'alignement des SI à base de progiciels standards : vers une ingénierie dirigée par les modèles centrée identification des risques » co-direction LGeCo – INSA de Strasbourg et DISP – INSA de Lyon

- *Date de début et de fin* : novembre 2009, soutenue en janvier 2013
- *Type de financement* : bourse doctorale de valorisation Région Alsace avec partenaire industriel.
- *Directeurs de thèse* : J. Renaud (PR 61^{ème} section CNU) LGeCo - INSA de Strasbourg (encadrement 10%), V. Botta-Genoulaz (PR 61^{ème} section CNU) DISP - INSA de Lyon (encadrement 40 %)
- *Rapporteurs* : J-P. Bourey (PR 61^{ème} section CNU, EC de Lille), B. Grabot (PR 61^{ème} section CNU, ENI de Tarbes)
- *Examineurs* : D. Gourc (Maître Assistant HDR 61^{ème} section CNU, ENSTIMAC), C. Rolland (PR 27^{ème} section CNU, Paris I Sorbonne), M. Kalika (PR 6^{ème} section CNU, Paris Dauphine), V. GOEPP (McF 61^{ème} section CNU, INSA de Strasbourg) (co-encadrant 50%)
- *Devenir du docteur* : Post-doc à Montréal

1.2 Master R

J'ai encadré 4 étudiants en master R, dont deux ont permis de monter des collaborations.

Mamoghli S. (2009) « Une typologie de décisions pour l'alignement des systèmes d'information construits à partir d'applications standards » - Master R Mention Informatique spécialité Connaissances et Décision, INSA de Lyon, juin.

Breuils J. (2008) « Mise en place d'une mutualisation européenne de l'information technologique, réglementaire (...) et de sa diffusion, en vue de faciliter l'innovation technologique sur le recyclage et l'éco-conception de produits » - Master R Mécanique Option IT, ULP, Strasbourg, juin.

Lefevre Ph. (2004) « Développement d'un réseau de contradictions au sens d'OTSM-TRIZ pour l'audit des systèmes d'information » - DEA en Génie Industriel, Ecole Centrale de Paris, septembre.

Badiane A. (2004) « Proposition d'une démarche de choix d'ERP centrée identification des problèmes-clés » - DEA en Génie des Systèmes Industriels, Ecole Nationale Supérieure en Génie des Systèmes Industriels (ENSGSI) - Institut National Polytechnique de Lorraine (INPL), octobre.

2 Responsabilités scientifiques

2.1 Groupement de recherche européen

Depuis 2010

Responsable pour l'INSA de Strasbourg des relations avec le Groupement d'Intérêt Scientifique **GIS** – **Interop Grande Région** (3 réunions par an)

2.2 Communauté nationale GdR MACS

Depuis novembre 2012	Co-animatrice du GT Easy Dim « Ingénierie d'Entreprise et de Système d'Information Dirigée par les Modèles : Conception, Intégration et Usages » du GDR le MACS (600 inscrits, deux réunions et un workshop par an)
Novembre 2008 – novembre 2012	Membre du comité de pilotage du GT Easy Dim
Novembre 2006 – novembre 2007	Participation au projet Easy Dim « Ingénierie d'Entreprise et de Système d'Information Dirigée par les Modèles : Conception, Intégration et Usages » (1 réunion de travail mensuelle) soutenu par le GDR MACS

2.3 Projets de recherche

Depuis mai 2012	Participation au projet ANR SEPOLBE (Substance Extra-cellulaires POur Les BEtons) 8 mois.personne/48 mois, modélisation de processus d'éco-conception collaboratif coordinateur : F. Feugeas (PR 60ème section CNU ICube)
Novembre 2009 – janvier 2013	Co-direction de la thèse de S. Mamoghli « Contribution à l'alignement des SI à base de progiciels standards : vers une ingénierie dirigée par les modèles centrée identification des risques » avec V. Botta-Genoulaz (PR 61ème section CNU DISP-INSA de Lyon (bourse doctorale de valorisation Région Alsace et convention de recherche avec FORTAL (PME Alsacienne)-25k€)
Janvier 2008 – juin 2009	Responsable du projet BQR inter-INSA sur « L'alignement des systèmes d'information à base de progiciel standard » avec V. Botta-Genoulaz (PR 61ème section CNU LIESP - INSA de Lyon) - co-encadrement d'un master R - 5 k€
Octobre 2007 – juin 2009	Porteur avec F. Hlawka (MCF HDR 63ème section CNU) LGeCo (LISS) – INSA de Strasbourg du projet « GT3 : P2I Plateforme d'information intelligente en recyclage et eco-conception » du cluster CREER - 130 k€(Région Alsace, la DRIRE, l'ADEME).

2.4 Relations avec le monde industriel

Novembre 2009 – Janvier 2013	Convention de recherche « ERP et alignement » avec FORTAL (PME Alsacienne) dans le cadre de la thèse de S. Mamoghli – 25 k€
Décembre 2007 – Juin 2008	Co-responsable du projet « Gestion de la documentation » chez Alstom Transport Reichshoffen – 32 k€ avec F. KIEFER (MCF 60 ^{ème} section CNU – INSA de Strasbourg, LGeCo)
Depuis 2007	Expert auprès de l'ARI et de la Région Alsace pour l'instruction des dossiers PRISME et CORTECHS (3 dossiers /an)
Depuis 2005	Responsable des conventions Projet de Fin d'Etudes sur le thème de la conduite des projets systèmes d'information (analyse, déploiement de GPAO et d'ERP, réorganisation correspondante) – en moyenne 3 contrats de 5 k€/ an

2.5 Organisation de congrès et manifestations scientifiques

2013	Membre du comité d'organisation des 5^{ème} JD/JN MACS (Journées Doctorales et Nationales MACS) 11 et 12 juillet 2013 – Strasbourg (200 participants)
2010	Membre du comité d'organisation des journées STP du GDR MACS à Strasbourg 18 et 19 mars 2010 – Strasbourg (180 participants)
2003	Membre du comité d'organisation du Congrès TRIZ FUTURE 2002 : responsable de l'organisation des pauses, repas et dîner de gala (nombre de participants : 80 personnes)

3 Rayonnement scientifique

3.1 Organisation de numéros spéciaux de revues internationales

Juin 2010

Editrice invitée pour un numéro spécial d'IJCIM (International Journal of computer Integrated Manufacturing, Elsevier, indexée ISI Web of Science) sur le thème "Enterprise Engineering & Alignment"

Virginie GOEPP & Pierre-Alain MILLET Editorial: Special issue on Enterprise Engineering & Alignment, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Volume 24, Issue 11, November 2011, pages 971-973)

3.2 Organisation de sessions de congrès

Juin 2013	Co-organisatrice d'une session spéciale « Modélisation, Connaissances et Ingénierie d'Entreprise » du congrès CIGI'13 (10 ^{ème} Congrès International de Génie Industriel) en collaboration avec Bertrand Rose (Maître de Conférences, Unistra, ICube) - 4 papiers présentés
Mai 2013	Co-organisatrice du Workshop Easy-Dim 2013 sur le thème « Vers l'Ingénierie d'Entreprise de demain : Les enjeux d'une maquette numérique de l'entreprise » en collaboration avec Vincent Chapurlat (Professeur Ecole des Mines, LGI2P, EMA)

Mai 2010	Sessions spéciales « Ingénierie d'entreprise et Alignement » organisées en collaboration avec Pierre-Alain Millet (PAST, LIESP INSA de Lyon) lors de MOSIM 2010 (8th ENIM IFAC International Conference of Modeling and Simulation) – 8 papiers présentés
Mars 2010	Sessions « Alignement : regards croisés sciences de gestion et sciences pour l'ingénieur » du GT Easy dim - Journées STP du GDR MACS à Strasbourg, avec la participation de M. Kalika, directeur de l'EM de Strasbourg – 1 session chercheur senior et 1 session chercheur junior

3.3 Séminaires de recherche invité

Mars 2013	Séminaire de Recherche PRECISE Research Center – Université de Namur « Alignement business/IT : quels modèles et méthodes pour le niveau tactique ? »
Octobre 2012	« Modélisation d'entreprise et Complexité » Ouverture de la demi-journée Modélisation d'entreprise dans le cadre de l'Ecole de Modélisation d'Entreprise d'Arcachon – EMEA'12 « <i>Modélisation d'entreprise et Ingénierie</i> »
Mai 2010	Séminaire de Recherche Axe « SI et Stratégie » laboratoire HuManiS (Ecole de Management de Strasbourg) « E-SAM et Multi-Ecrans : deux modèles pour l'alignement des SI techniques »
Juin-septembre 2007	Cycle de séminaires de recherche avec l' IPEK (Institut für Produktentwicklung) – Universität Karlsruhe (TH) : “B-SCP and multi-screen : two ways to manage the IS alignment” et “SPALTEN vs. Dialectic Approach for problem solving”
Novembre 2004	Séminaire de Recherche Centre de Recherche en Informatique (CRI) Paris I – Sorbonne (Colette Rolland) « Ingénierie des besoins et approches par les problèmes-clés pour le développement des systèmes d'information : Quelles complémentarités ? »

3.4 Comités de programme et reviewing

Membre du comité de programme du Workshop on Enterprise Integration, Interoperability and Networking (EI2N'2013)

Membre du comité de programme de PRO-VE'10, 11, 12 (11th, 12th , 13th IFIP Working Conference on Virtual Enterprise: “Collaborative Networks for a sustainable World”)

Membre du comité de programme du Workshop IESI'2010, 2011 (Ingénierie d'entreprise et Système d'Information) en conjonction avec le congrès INFORSID

Relectrice pour IFAC INCOM'2012, MOSIM 2010 (8th ENIM IFAC International Conference of Modeling and Simulation), congrès des IAE'2010.

Membre du comité scientifique de l'Ecole de Modélisation d'Entreprise d'Arcachon – EMEA'09 « Les perspectives en modélisation d'entreprise » et EMEA'12 « Modélisation d'entreprise et Ingénierie »

Relectrice pour les revues “International Journal of Computer Integrated Manufacturing”, “Computers & Industrial Engineering”, “International Journal of Production Research”, “Enterprise Information Systems”, “Journal of Intelligent Manufacturing”, “Concurrent Engineering Research and Application”, « Ingénierie des Systèmes d'Information » (en moyenne 3 reviews / an / revue)

3.5 Commission de spécialistes et de sélection

2009-2010	Membre du comité de sélection du poste 06_61 MCF 0093 à l'Ecole Centrale Lille
2007-2008	Membre nommé de la Commission de Spécialistes 61ème section CNU de l'UHP, Nancy.
2006-2008	Membre élu de la Commission de Spécialistes de l'INSA de Strasbourg

3.6 Participation à des jurys de thèse

Mars 2012

Membre invitée du jury de Omar Sakka « Alignement sémantique entre référentiels d'entreprise : Application aux systèmes d'exécution de la fabrication (MES) » ED Informatique et Mathématiques de Lyon

B

TRAVAUX DE RECHERCHE ET
PERSPECTIVES

B.1 INTRODUCTION

Dans le contexte actuel de concurrence exacerbée mais aussi d'incertitude croissante, les Systèmes d'Information (S.I.) sont progressivement devenus les pierres angulaires des entreprises industrielles modernes. Plus qu'un simple support des processus métiers ("*business process*"), ces systèmes sont des « partenaires du business » qu'ils supportent ou même modèlent jusqu'à permettre l'obtention d'avantages concurrentiels. Ainsi, de l'automatisation des tâches routinières dans les années 60/70 avec l'informatique de gestion au cloud computing aujourd'hui, le rôle des S.I. au sein des organisations a évolué. Du simple réservoir de stockage, traitement et mise à disposition des données aux acteurs, il est aujourd'hui à considérer comme un point de vue à part entière de l'organisation. Ce faisant, ce n'est pas seulement une infrastructure technologique avec ses T.I. (Technologies de l'Information) qu'il s'agit de prendre en compte mais un ensemble complexe¹ où usages, acteurs et technologies se mêlent pour former un tout.

Cette vision du S.I. la plus complète, la plus réaliste mais aussi la plus complexe selon (Fimbel, 2004) fait l'objet de nos travaux de recherche. De la contingence² et la modularité³ des méthodes en conception et développement des S.I., traitées entre 2000 et 2003 pendant nos travaux de doctorat, notre problématique de recherche a progressivement mûri pour aboutir à celle des modèles et méthodes pour l'alignement des S.I. en entreprises industrielles. Ces derniers font l'objet de cette partie du manuscrit. En effet, nos travaux de thèse (Goepf, 2003) montrent que l'efficacité de la contingence et de la modularité est principalement liée à la bonne analyse/spécification du S.I.. Ceci met en avant l'importance et la complexité du lien existant et devant exister entre le S.I., les processus supports et la stratégie de l'entreprise. Durant la période post-thèse, le travail sur la conception intégrée S.I. / système de production (Geiskopf, 2009) n'a fait que confirmer le fait que le « business » et le S.I. sont des partenaires indissociables dont l'influence est mutuelle. Une relation de « partenariat » efficace peut être qualifiée « d'aligné ».

Cet alignement, que nous appelons alignement des S.I., peut être dans un premier temps défini comme la mise en cohérence du S.I., de l'infrastructure organisationnelle ainsi que des stratégies concurrentielles et des T.I. Nous utilisons le SAM (Strategic Alignment Model) décrit dans (Henderson, 1993) comme cadre structurant pour replacer nos travaux (cf. Figure 1). Le SAM est le modèle utilisé traditionnellement pour conceptualiser l'alignement dit « stratégique ». Il comporte deux niveaux (externe et interne) et deux domaines (« business » et T.I.) constituant quatre sous-domaines reliés entre eux par des liens d'alignement (ajustement stratégique et intégration fonctionnelle). Le principal mérite de ce modèle est de considérer les T.I. comme un domaine à part entière qui peut donner forme à la stratégie concurrentielle de l'entreprise

¹ Vient du latin *cum-plexus* signifiant tissé ensemble (Le Petit Larousse Illustré)

² Adaptation des méthodes au contexte de conception et développement (van Slooten, 1996)

³ Utilisation conjointe de plusieurs méthodes au cours de la conception et du développement (Ralyté, 2001)

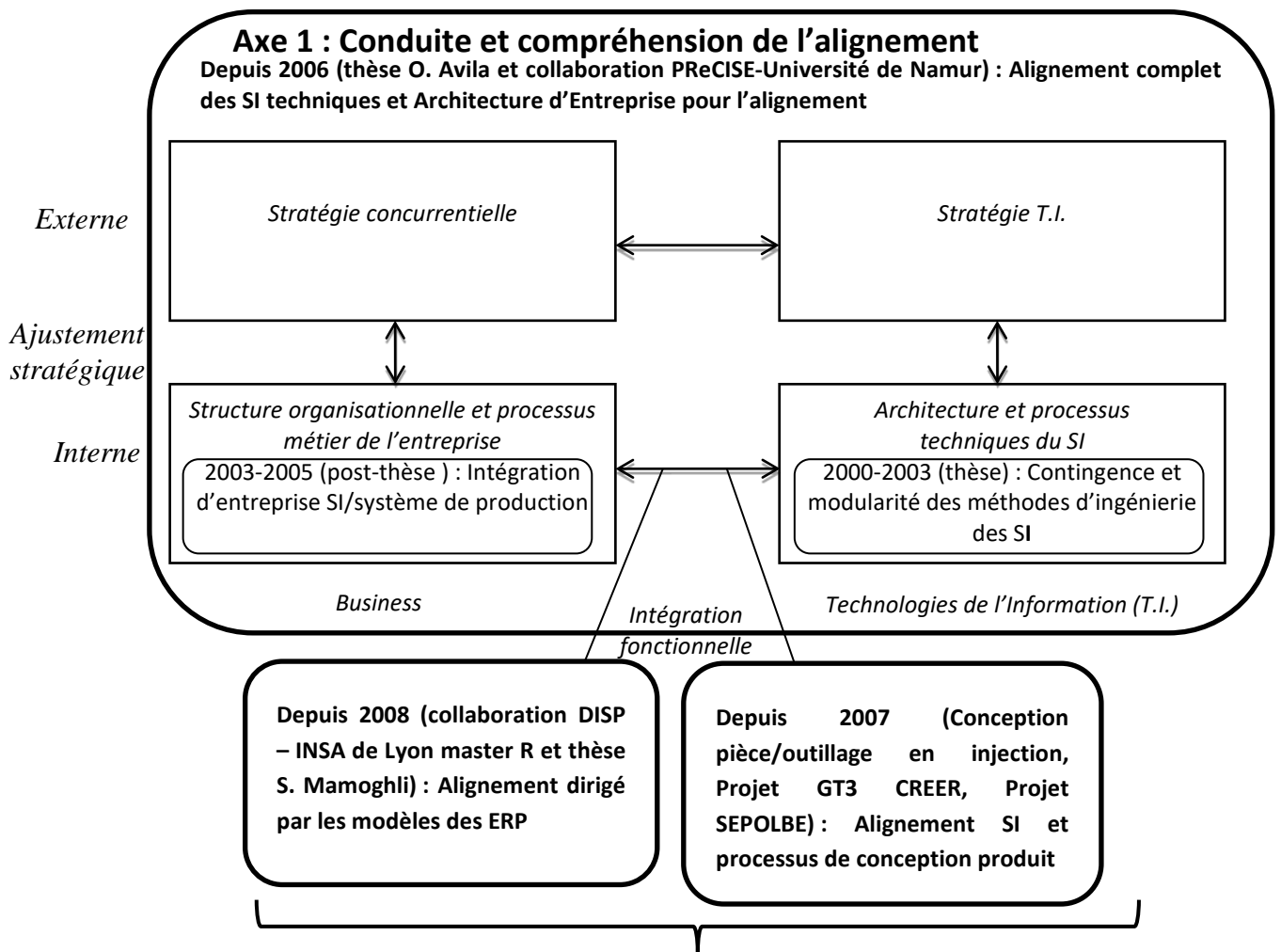


Figure 1 : Synthèse des travaux de recherche par rapport au modèle SAM inspiré de (Henderson, 1993)

La problématique que nous traitons est celle de l'intégration de la construction de l'alignement à la conception et au développement des S.I. dits techniques c'est-à-dire support aux activités de conception et de production de produits. Les travaux menés sur ce thème sont structurés en deux axes complémentaires : d'une part, celui de la compréhension et de la conduite de l'alignement et d'autre part, celui de l'instrumentation de « liens » d'alignement particuliers. Nos contributions portent sur la proposition de modèles et méthodes support dans une perspective d'Ingénierie d'Entreprise.

Le premier axe développé dans le cadre de la thèse d'Oscar Avila et d'une collaboration avec le centre de recherche PRECISE (Research Center in Information System Engineering) de l'Université de Namur adopte une vision macroscopique de l'alignement et plus particulièrement des séquences d'alignement, c'est-à-dire de l'ordre des entités à aligner au cours d'un projet de conception et développement de S.I. donné.

Le deuxième axe, développé à travers la thèse de Sarra Mamoghli en co-direction avec le laboratoire DISP⁴ (Décision et Information pour le Système de Production) de l'INSA de

⁴ Laboratoire Décision et Information pour les Systèmes de Production – EA 4570

Lyon ainsi que des collaborations internes au laboratoire, traite de l'intégration fonctionnelle au niveau interne pour des S.I. spécifiques que sont les S.I. à base de progiciels notamment les ERP (Enterprise Resource Planning) et S.I. support à la conception. Ici le point de vue adopté sur l'alignement est un point de vue microscopique dans le sens où seule une relation particulière d'alignement est traitée. Ces problématiques sont traitées avec la volonté de fournir des supports opérationnels pour les projets de conception et de développement de tels S.I.. Les résultats obtenus s'appuient sur les fondements théoriques de la Modélisation d'Entreprise.

Cette partie du manuscrit est organisée en quatre parties. La première partie traite du positionnement scientifique de nos travaux. Ce positionnement est double. D'une part, nous replaçons nos travaux par rapport à l'Ingénierie et la Modélisation d'Entreprise. Une analyse chronologique des travaux du domaine permet de mettre en exergue les problématiques traitées ainsi que les tendances de recherche. Nous nous attardons aussi sur notre objet d'étude qu'est le S.I. et en profitons pour mener une réflexion épistémologique sur la manière de faire de la recherche dans le domaine. D'autre part, nous dressons un panorama de la recherche en alignement qui est traitée en management et en ingénierie des S.I.. Cela permet de proposer une définition du concept d'alignement des S.I. et de la manière dont nous traitons cette problématique en exploitant des résultats issus d'autres communautés. Les deuxième et troisième parties présentent les résultats obtenus respectivement sur les axes de recherche 1 et 2 de la Figure 1. Enfin, la quatrième partie décrit les perspectives que nous aimerions développer. Celles-ci sont de deux ordres : (i) développement et articulation des résultats déjà obtenus sur les axes 1 et 2 ; (ii) transposition de problématique d'alignement à d'autres domaines.

B.2 POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE

1 Ingénierie et Modélisation d'Entreprise

1.1 Définitions

L'Ingénierie d'Entreprise ("enterprise engineering" en anglais) est un champ de recherche défini par Vernadat (1996) comme "*the art of understanding, defining, specifying, analysing and implementing business processes for the entire enterprise life cycle so that the enterprise can achieve its objectives, be cost-effective, and be more competitive in its market environment.*"; ce que nous traduisons par « L'art de comprendre, spécifier, analyser et implémenter des processus métiers pour l'ensemble du cycle de vie de l'entreprise de sorte que l'entreprise puisse atteindre ses objectifs, être plus rentable et compétitive dans son environnement marché. ». Il s'agit d'une discipline relativement récente qui considère l'entreprise sous l'angle de son ingénierie dans un but d'amélioration de sa performance.

Ainsi, comme le souligne Proper (2009), cela sous-tend deux paradigmes clés. Le premier considère que les entreprises sont des systèmes conçus et implantés de manière systématique et qu'elles peuvent être reconçues et réimplantées en cas de besoin de changement. Le second est relatif à la nature même d'une entreprise vue comme une organisation socio-technique dont le fonctionnement doit s'appuyer sur un engagement mutuel de ses acteurs. Par nature même, l'Ingénierie d'Entreprise requiert une approche pluridisciplinaire trouvant ses sources dans les approches classiques de génie industriel telles que la définition des processus métiers, l'analyse des coûts, la logistique, la conception des systèmes de production auxquelles s'ajoute, entre autres, la conception et l'analyse des systèmes d'information ou encore la conception des structures organisationnelles. L'objectif de ce champ disciplinaire est de développer des approches structurées pour gérer la conception et l'évolution de l'entreprise en prenant en compte sa complexité. En d'autres termes, il s'agit de passer d'une logique « boîte-noire » centrée sur la connaissance des fonctions et du comportement de l'entreprise à une logique « boîte blanche » centrée sur la connaissance des modes de fonctionnement et de construction des entreprises.

Généralement l'Ingénierie d'Entreprise est dirigée par les modèles. Un modèle est une représentation intelligible artificielle, symbolique des situations dans lesquelles nous intervenons (Lemoigne, 1990). Dans ce cas, l'Ingénierie d'Entreprise s'appuie sur la Modélisation d'Entreprise. La Modélisation d'Entreprise ("enterprise modelling" en anglais) est, selon Vernadat (1996), "*the set of activities or processes used to develop the various parts of an enterprise model to address some desired modelling finality.*"; que nous traduisons par « ensemble des activités ou processus mis en œuvre pour modéliser les différentes parties d'une entreprise de sorte à satisfaire un objectif de modélisation donné. ». Un modèle d'entreprise est donc une représentation d'une perception de l'entreprise construite pour répondre à un objectif donné. Le modèle n'est généralement pas unique mais composé

de sous-modèles complémentaires représentant différentes facettes de l'entreprise. Le rôle du modèle est multiple. Il est ainsi support à la communication, l'analyse, la conception, la simulation ou encore le pilotage de l'entreprise. Il est un moyen privilégié de construction de représentations partagées et de négociation pour y parvenir. En outre, il permet de représenter une perception de la situation soit existante (« As-Is »), soit souhaitée (« As-wished »), soit telle qu'elle pourrait être (« Might-be ») ou encore sera (« To-Be ») rendant possible la comparaison de différents scénarios.

Le triptyque langage, méthode et outil de modélisation (cf. Figure 2) est au cœur des travaux d'Ingénierie et Modélisation d'Entreprise. Selon IFAC-IFIP Task force (1997), un langage de modélisation “*defines the generic modelling constructs for enterprise modelling adapted to the needs of people creating and using enterprise models.*” c'est-à-dire qu'un langage « définit, pour la Modélisation d'Entreprise, les construits génériques de modélisation, adaptés aux besoins des personnes créant et utilisant des modèles d'entreprise. ». Dans ces mêmes travaux, une méthode est définie comme “*describing the processes of enterprise modelling. A methodology may be expressed in the form of a process model or structured procedure with detailed instructions for each activity.*” c'est-à-dire « décrivant les processus de modélisation. Une méthode peut prendre la forme d'un modèle de processus ou d'une procédure structurée avec des instructions détaillées pour chaque activité ». Une méthode peut utiliser un ou plusieurs langages de modélisation. L'objectif des méthodes est de supporter et guider l'activité de modélisation de sorte à produire de manière efficiente des modèles de bonne qualité. Enfin, un outil est l'implémentation d'une méthode de modélisation et de ses langages support.

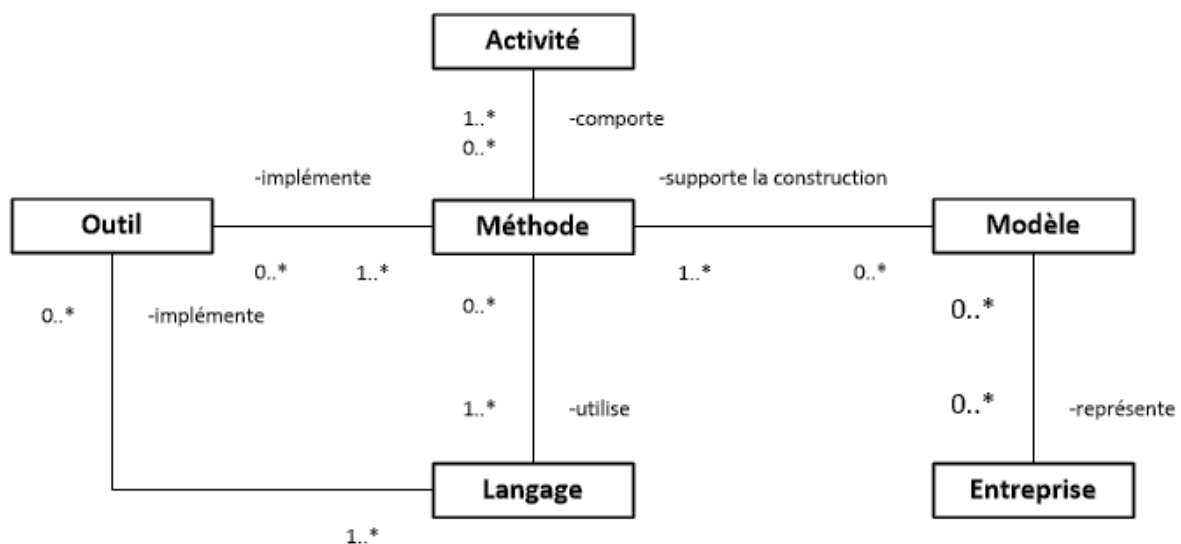


Figure 2 : Liens entre langage, méthode et outil de modélisation

Un effort important de standardisation, comme le témoigne les publications régulières à ce sujet telles que (Kosanke, 1999a ; Chen, 2004), a été fait autour de ce triptyque. Parmi les standards existants, on peut citer les normes (ISO 19439, 2006) et (ISO 19440, 2007).

Ainsi, la norme ISO 19439 (2006) décrit un cadre d'analyse pour les modèles d'entreprise. Comportant trois dimensions, il est souvent appelé cube de modélisation (cf. Figure 3). Ce dernier permet de définir un modèle de manière unique par rapport à (i) son cycle de vie encore appelé phase du modèle d'entreprise allant de la phase d'identification du domaine en passant par son utilisation et enfin sa fin de vie, (ii) sa généricité et (iii) sa vue.

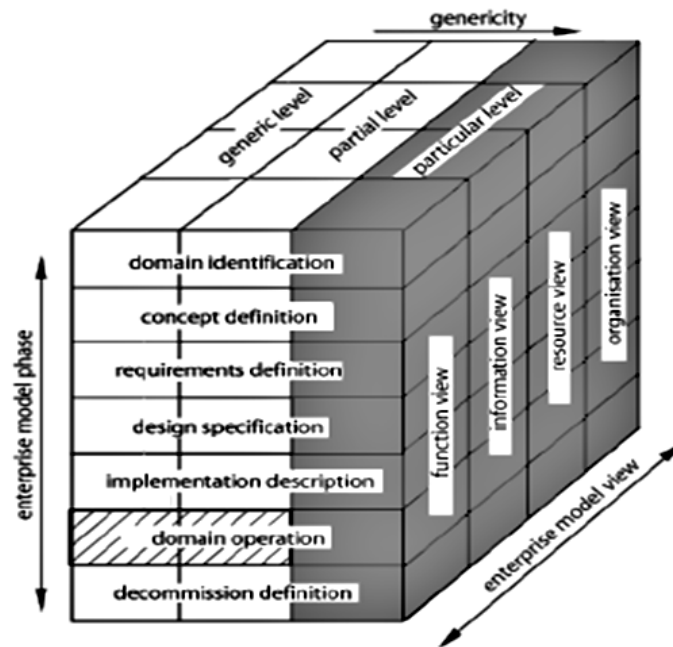


Figure 3 : Cube de modélisation (ISO 19439, 2006)

D'une part, ce cube permet de structurer la construction d'un modèle. D'autre part, il met en avant deux mécanismes fondamentaux de la Modélisation d'Entreprise que sont les vues de modélisation et le niveau de généricité. Le premier mécanisme a pour but de construire une vue sélective de la réalité pour permettre au modélisateur de se concentrer sur certains aspects en éludant d'autres. La norme préconise quatre vues : fonction, information, organisation et ressources qui peuvent être complétées par d'autres selon les besoins du modélisateur. Le second mécanisme permet de décrire différents types de modèle allant du modèle générique, qui correspond à une collection de construits génériques de modélisation au modèle particulier qui sera celui d'une entreprise donnée, plaçant entre les deux le modèle partiel. Ce dernier est relatif à une agrégation de construits de modélisation ou de modèles applicables à un type spécifique d'industrie. De ce fait, ce type de modèle encore appelé modèle de référence permet d'accélérer la construction de modèles particuliers puisqu'ils ne seront pas construits à partir de rien (« from scratch ») mais de manière « plug and play ».

La norme ISO 19440 (2007) définit, quant à elle, les construits de modélisation c'est-à-dire les concepts génériques de modélisation (primitives de langages) dont la syntaxe et la sémantique sont définies de manière précise. Elle comporte la description de seize construits de modélisation qui peuvent être reliés aux vues de modélisation de la norme ISO 19439 (2006).

Nos travaux se placent dans une perspective d'Ingénierie d'Entreprise dirigée par les modèles telle que nous venons de la définir. A ce titre, ils s'appuient sur les deux normes décrites

précédemment et se focalisent sur la proposition de méthodes et modèles de référence permettant d'améliorer la performance du processus de modélisation et donc in fine d'ingénierie.

1.2 Etat de l'art

L'Ingénierie et la Modélisation d'Entreprise sont des sujets actifs de recherche. L'objectif de ce paragraphe n'est pas de faire un état de l'art exhaustif ce qui serait illusoire mais plutôt de mettre en exergue les principaux thèmes traités ainsi que leur évolution au cours du temps.

1.2.1 Du CIM à l'intégration d'Entreprise

Historiquement, la Modélisation d'Entreprise a émergé au début des années 80 à travers des initiatives américaines autour du Computer Integrated Manufacturing (CIM) telles que ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) menée par l'US Air Force ou encore CAM-I (Computer Aided Manufacturing - International) via le projet "Factory Management". En Europe, le milieu des années 80 a vu le lancement de plusieurs projets autour de la Modélisation d'Entreprise, notamment celui du consortium ESPRIT⁵ AMICE (European CIM Architecture à l'envers) qui a donné naissance à l'architecture CIMOSA (Open System Architecture for CIM). Progressivement, les centres d'intérêt de ces projets ont évolué de la modélisation à l'Ingénierie d'Entreprise et du CIM à l'intégration d'entreprise. Ainsi, les travaux développés l'ont été essentiellement dans l'optique d'un paradigme de performance particulier de l'entreprise qu'est son intégration.

Le concept d'intégration d'entreprise s'est développé dans les années 90 comme une extension du Computer Integrated Manufacturing (CIM). La norme ISO 19439 (2006) le définit comme le processus assurant l'interaction entre les entités d'entreprise pour accomplir les objectifs du domaine. En d'autres termes, il s'agit d'améliorer la performance de l'entreprise grâce à la synergie entre ses différents éléments constitutifs dont les capacités seront supérieures à celle de ses éléments pris individuellement. Pour Ortiz (1999), cela passe par la mise en place d'un Système d'Information d'entreprise alors que pour Vernadat (1996) l'intégration d'entreprise est considérée du point de vue de la facilitation des flux d'information, de contrôle et de matière par la connexion de l'ensemble des fonctions nécessaires et des entités fonctionnelles inter-organisationnelles. Dans (Li, 2004), la définition est plus large puisqu'elle concerne la coordination de l'ensemble des éléments incluant le business, les processus, les acteurs et les technologies de l'entreprise qui doivent travailler ensemble de sorte à assurer le fonctionnement optimal de la mission de l'entreprise. C'est cette définition que nous retenons car elle porte l'intégration au-delà de ses aspects organisationnels et techniques classiques en la replaçant dans le contexte plus large de l'entreprise.

1.2.2 Analyse chronologique des thèmes traités

⁵ European Strategic Program for Research and Development in Information Technology.

Prendre en compte l'origine des travaux en Modélisation et Ingénierie d'Entreprise permet de mieux comprendre l'évolution des thématiques traitées au cours du temps. De sorte à mettre en lumière cette évolution, nous avons procédé à une analyse bibliographique des articles en revues internationales, conférences indexées ISI Web of knowledge et SCOPUS ayant pour mot-clés : *enterprise engineering*, *enterprise integration*, *enterprise modelling*. Cette recherche a mis à jour 116 références dont le listing est donné en Annexe 1. Nous avons ensuite analysé ces travaux, année par année, selon le thème traité à savoir :

- Modélisation d'Entreprise (Enterprise Modelling - EM en anglais)
- Ingénierie d'Entreprise (Enterprise Engineering - EE en anglais)
- Intégration d'Entreprise (Enterprise Integration - IE en anglais)
- CIM (Computer Integrated Manufacturing)
- CIMOSA, thème que nous avons distingué compte tenu du nombre d'articles consacré spécifiquement à cette architecture.

La Figure 4 synthétise de manière graphique cette analyse. Un article donné peut traiter de plusieurs thèmes. D'un point de vue quantitatif, hormis 1994 et 2000 où le nombre de contributions est faible, la production scientifique est stable autour de six articles en moyenne par an.

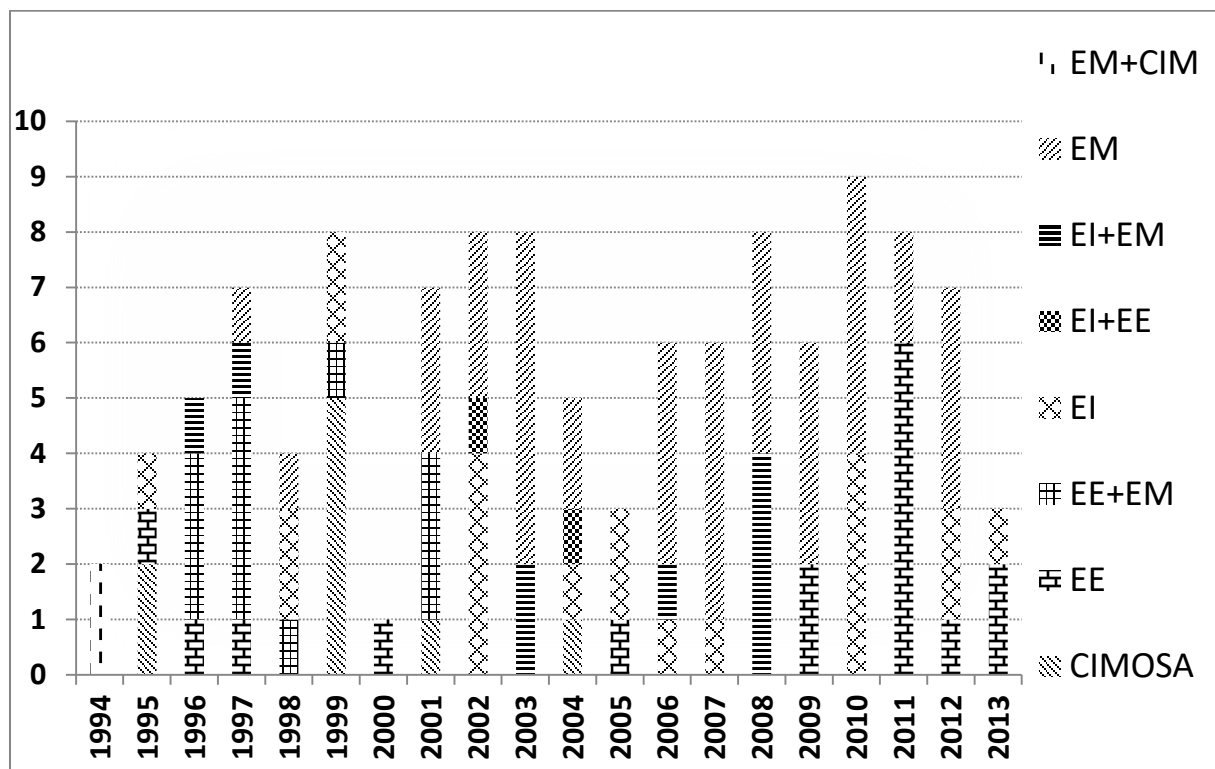


Figure 4 : Evolution chronologique des thèmes traités en Modélisation et Ingénierie d'Entreprise

1.2.3 Les années 80-90 : croissance et développement des outils, méthodes et langages

Les années 80 et 90 sont marquées par le développement des outils, méthodes et architectures de modélisation et d'intégration. Les architectures les plus connues sont évidemment

CIMOSA (AMICE, 1993), PERA (Williams, 1992), GRAI-GIM (Doumeingts, 1992) et GERAM (IFAC-IFIP Task force, 1997) qui fait une synthèse des précédentes à des fins de normalisation. Cette tendance se retrouve dans l'analyse bibliographique que nous faisons. Ainsi, les thèmes traités évoluent de la Modélisation d'Entreprise dans le cadre CIM vers l'intégration d'entreprise et CIMOSA. Ainsi, dans le milieu des années 90, les travaux s'attachent aux construits de modélisation pour le CIM (Shorter, 1994) ou encore le développement de systèmes d'information (SI) pour le CIM (Ngwenyama, 1994). Ensuite le CIM s'efface au profit de l'intégration d'entreprise avec une large place à CIMOSA où est étudié son rôle dans l'intégration d'entreprise (Kosanke, 1995 ; Kosanke, 1999b) mais aussi ses utilisations à des fins divers de modélisation : modélisation des processus dans (Zelm, 1995), description des processus de modélisation dans (Kosanke, 1999c), ou encore modélisation des aspects fonctionnels et organisationnels dans (Berio, 2001) sans oublier son opérationnalisation à travers des outils dans (Bruno, 1999). Concernant les autres travaux relevant de l'intégration d'entreprise, ils s'attachent souvent à expliciter le lien entre modélisation et intégration comme dans (Pantakar, 1995 ; Vernadat, 1996) ou encore (Noori, 1998). Dans la même lignée, on peut citer Huat Lim (1997) où est détaillé une taxonomie de sept aspects relatifs à l'intégration à savoir : les leviers de l'intégration, les buts de celle-ci, les principaux domaines et composants à intégrer, les différents types d'intégration, la modélisation nécessaire à la mise en œuvre de l'intégration, le niveau de complexité d'implantation de l'intégration et les barrières limitant cette implantation. Nous ne saurions oublier les travaux synthétisant le travail de standardisation dans le domaine à savoir, entre autres, (Kosanke, 1999a ; Shorter, 1999 ; Chen, 2004).

En parallèle, la discipline d'Ingénierie d'Entreprise gagne en maturité. On peut noter un certain nombre de travaux de fond sur cette discipline tels que (Sarkis, 1995 ; Liles, 1996a ; Liles, 1996b) où sont étudiés les caractéristiques des approches nécessaires à une Ingénierie d'Entreprise efficiente. Cela rejoint les travaux de Bernus (1997) ; Chen (1997) ; Toh (1999) ; Chalmeta (2001) sur les architectures de référence, puisque, selon (Chen, 2008), celles-ci structurent les concepts, principes et tâches pour l'ingénierie d'entreprises intégrées.

Durant cette même période, de nombreux travaux proposent l'adaptation et l'extension de méthodes existantes à des contextes particuliers tels que les petites et moyennes entreprises dans (Underdown, 1997) ou encore l'entreprise étendue avec les propositions de (Zhang, 2002 ; Chalmeta, 2003). Dans cette même catégorie, on peut citer GEM extension de GRAI décrit dans (Doumeingts, 2001) qui a pour but de gérer l'évolution des systèmes industriels.

1.2.4 Les années 2000 : maturité, interopérabilité et unification des langages

Après cette période marquée par la profusion des méthodes et langages proposés, les années 2000 continuent à asseoir la discipline d'Ingénierie d'Entreprise et la manière dont elle peut contribuer de manière opérationnelle à l'intégration d'entreprise à travers les méthodes et outils que cette discipline développe. Parmi les travaux entrant dans cette catégorie, on peut citer (Mertins, 2005 ; Guo, 2006 ; Umapathy, 2008). On peut aussi noter que la Modélisation d'Entreprise s'enrichit de travaux relatifs à la vérification et la validation des modèles créés avec les travaux de Chapurlat (2006) ; Chapurlat (2008) et s'intéresse aux entreprises en réseaux dans (Panetto, 2012). Ces années sont aussi marquées par l'émergence de deux courants complémentaires de recherche autour de l'interopérabilité.

D'une part, celui de l'interopérabilité des langages de modélisation à travers l'unification des langages de modélisation avec des initiatives telles que UEML (*Unified Enterprise Modelling Language*) décrite dans (Vernadat, 2002 ; Ducq, 2004 ; Roque, 2008 ; Anaya, 2010) ou la construction de passerelles entre modèles par les techniques de transformation de modèles décrites dans (Salem, 2008 ; Grangel, 2010) ou encore celles basées ontologies dans (Wang, 2009). De plus, Whitman (2006) identifie les barrières culturelles et linguistiques à l'interopérabilité des modèles.

D'autre part, un courant fort autour de l'interopérabilité des entreprises et de ses applications s'est développé comme un des moyens de parvenir à l'intégration. Les liens entre interopérabilité et intégration font l'objet de nombreuses publications telles que (Chen, 2003 ; Chen, 2008 ; Panetto, 2008 ; Vernadat, 2010). Généralement l'interopérabilité est définie comme la capacité de deux entités à échanger ou utiliser de l'information. Selon (Vernadat, 2010), l'interopérabilité n'est qu'un sous-ensemble de l'intégration. Ainsi, l'intégration d'entreprise s'appuie fortement sur l'interopérabilité des systèmes mais des systèmes d'entreprise interopérables ne sont pas forcément intégrés. Il existe un certain nombre de travaux visant à caractériser l'interopérabilité. Panetto (2007) propose un référentiel à deux axes visant à caractériser le processus d'ingénierie de l'interopérabilité des applications en fonction du niveau des applications dans la hiérarchie décisionnelle de l'entreprise, du niveau d'abstraction des modèles concernés et de la distance sémantique entre les modèles. Ce dernier est utile pour replacer les différents types d'interopérabilité au niveau des applications d'entreprise mais ne permet pas de caractériser l'interopérabilité à proprement parler. Pour ce faire, il existe d'autres cadres d'analyse (*framework* en anglais) dont un état de l'art est fait dans (Vernadat, 2010). Ces cadres permettent de classer les enjeux et problèmes d'interopérabilité. Parmi les cadres d'analyse étudiés, nous retenons l'*European Interoperability Framework* (EIF) en raison de sa structure universelle et logique. Il a été développé conjointement par la Commission Européenne et les états membres de l'Union Européenne et comporte trois niveaux d'interopérabilité : les niveaux technique, sémantique et organisationnel. L'interopérabilité y est décrite comme une liaison verticale entre deux entités du même type : soit systèmes du monde réel, soit systèmes d'information. Selon l'entité considérée le niveau d'interopérabilité sera différent (cf. Figure 5). Le niveau technique traite de l'interopérabilité des applications informatiques de l'entreprise. Le niveau

sémantique traite des problèmes d'intégration et d'incohérence des données/information pour supporter la coopération et la collaboration, et particulièrement le partage d'information et de connaissance. Le niveau organisationnel fait référence à la définition des buts de l'entreprise, l'alignement et la coordination des processus d'entreprise et la mise en place des capacités de collaboration pour les organisations désireuses d'échanger de l'information.

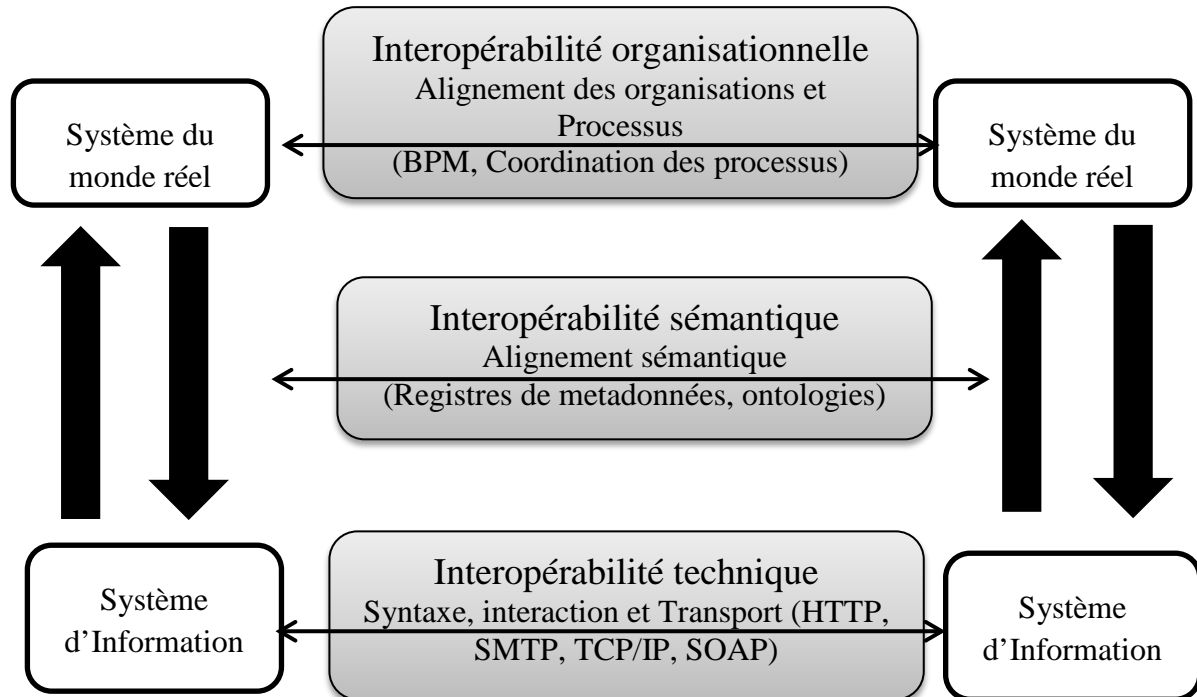


Figure 5 : EIF (European Interoperability Framework) adapté de (Vernadat, 2010)

Les systèmes d'information (S.I.) sont au cœur de l'interopérabilité des systèmes et constitue un domaine d'application privilégié des travaux en Ingénierie et Modélisation d'Entreprise. Outre les problématiques interopérabilité, l'Ingénierie d'Entreprise traite aussi de la conception de ces systèmes en s'appuyant sur les fondements de la Modélisation d'Entreprise. Dans ce cadre, on peut citer les travaux de (Boucher, 2011) qui traitent du diagnostic des S.I. grâce au concept d'urbanisme organisationnel ou encore de (Mamoghli, 2011) et (Millet, 2013) qui s'attachent à l'alignement des progiciels de type ERP (Enterprise Resource Planning). Dans cette même veine, nous pouvons également citer les travaux de (Cuenca, 2011b) qui proposent des construits de modélisation spécifiques à l'alignement des S.I. Nos travaux se placent dans cette lignée puisque nous nous intéressons à l'alignement des S.I. en entreprise industrielle qui peut être, dans un premier temps, assimilée à la gestion des liens verticaux entre système du monde réel et S.I. tels qu'ils sont présentés en Figure 5 ; La gestion de ce type de lien pouvant mettre en évidence des problèmes d'interopérabilité (liens horizontaux dans la Figure 5).

Comme nous l'avons souligné, les enjeux actuels de recherche se focalisent sur l'interopérabilité, les entreprises en réseau et les systèmes d'information support, dont l'alignement doit être assuré. Au niveau national ces problématiques sont traitées, entre autres, au sein du groupe de travail Easy Dim (Ingénierie d'Entreprise et de Système

d'Information Dirigée par les Modèles) du GdR MACS (Groupement de Recherche Modélisation Analyse et Conduite des Systèmes Dynamiques) du CNRS. Au niveau international ces recherches sont développées au sein de l'IFAC par le Comité Technique 5.3 "Enterprise Integration and Networking" et au sein de l'IFIP par le Comité Technique 5 "Information Technology and Networking" au sein des groupes de travail WG 5.7 "Advances in Production Management Systems", WG 5.8 "Interoperability" et WG5.12 "Architectures for Enterprise Integration". On peut aussi citer le comité technique 8 de l'IFIP qui est centrée ingénierie des systèmes d'information pure et à ce titre trouve une certaine complémentarité avec les travaux d'Ingénierie et de Modélisation d'Entreprise.

2 Systèmes d'information en entreprise industrielle

Les Systèmes d'Information (S.I.) ont fait l'objet de mes travaux de recherche dès ma thèse où je me suis intéressée à la contingence et la modularité des méthodes de conception des S.I., c'est-à-dire à l'utilisation conjointe de plusieurs méthodes adaptées au contexte de mise en œuvre. Ces travaux ont mis en avant l'importance des phases amont de la conception et la nécessité de ne pas réduire le S.I. à un simple système informatique. Nous définissons ici la vision que nous avons des S.I. en entreprise industrielle que nous qualifions de S.I. techniques et qui sont le terrain d'application privilégié de nos recherches. Puis, nous menons une réflexion épistémologique autour du type recherche que nous faisons dans ce domaine.

De nombreuses définitions du concept de S.I. sont proposées dans la littérature. D'une manière synthétique, celles-ci font référence à deux visions (Goepp, 2003) : la première dite « instrumentaliste » et la seconde dite « interprétative » et « interactionniste ».

2.1 Vision « instrumentaliste »

Cette vision considère le S.I. comme un réservoir d'informations pour les acteurs de l'entreprise. Son objectif est la collecte, la transmission, le traitement et la diffusion de l'information (Goepp, 2003). Ici, le rôle du S.I. est d'automatiser les tâches quotidiennes. Cette vision est appuyée par les travaux sur la théorie des systèmes de Lemoigne (1990), mais aussi par ceux de Mason (1973) et Davis (1985).

Selon Lemoigne (1990) une entreprise est constituée de trois sous-systèmes (cf. Figure 6) à savoir le « Système Opérant », le « Système de Pilotage » et le « Système d'Information ». Le premier sous-système effectue les opérations de l'entreprise. Il utilise et produit des informations. Le second représente l'équipe dirigeante de l'entreprise et prend des décisions. Le « Système d'Information » se positionne entre ces deux sous-systèmes. Il mémorise l'information produite par le « Système Opérant » ce qui permet au « Système de Pilotage » de la considérer dans la prise de décision.

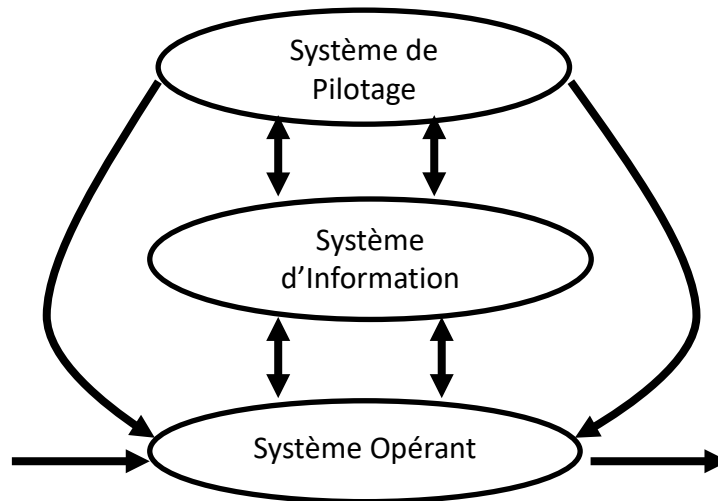


Figure 6 : Vision systémique du S.I., inspirée des travaux de (Le Moigne, 1990)

Dans (Davis, 1985), le S.I. est défini comme « un système utilisateur-machine intégré qui produit de l'information pour assister les êtres humains dans les fonctions d'exécution, de gestion et de prise de décision ». Ici, l'accent est mis sur le support apporté par le S.I. aux tâches quotidiennes.

Selon Mason (1973), le S.I. *“consists of at least one person of a certain psychological type who faces a problem within some organizational context for which he needs evidence to arrive at a solution (i.e., to select some course of action) and that the evidence is made available to him through some mode of presentation”*. Nous le traduisons par : le S.I. est composé d'au moins une personne avec un profil psychologique donné. Cette personne est confrontée à un problème dans un contexte organisationnel donné. Pour le résoudre (c'est-à-dire choisir des actions), la personne a besoin d'éléments qui lui sont mis à disposition à travers un certain mode de présentation. Outre le support aux tâches quotidiennes, cette définition replace le S.I. au sein d'un contexte organisationnel donné où l'information qui est mise à disposition doit être adaptée aux acteurs.

Devant l'importance prise par les S.I. au sein des entreprises, à côté de la vision instrumentaliste s'est développée la vision interactionniste et interprétative. Celle-ci met le S.I. au cœur des processus de l'entreprise.

2.2 Vision « interprétative » et « interactionniste »

Dans cette vision, le S.I. n'est pas seulement une ressource qui manipule et traite l'information. Il inclut aussi une dimension politique à travers laquelle des individus et des groupes négocient, distribuent et partagent. Ainsi, l'accent est mis sur la génération et l'interprétation de l'information, la construction de sens et le partage des représentations des individus (Goepf, 2003).

Dans cette vision et comme le souligne (Reix, 2011), tout S.I. est un objet multidimensionnel pouvant être caractérisé par trois dimensions principales :

- Une dimension informationnelle qui correspond à une production par le S.I. de représentations utilisables et nécessaires aux différents acteurs - tel qu'un bilan comptable ;
- Une dimension technologique qui est assimilée aux équipements, outils, dispositifs techniques mis en place en vue de permettre aux individus d'accomplir leurs tâches. Chaque acteur s'approprie de manière différente cette dimension à travers un processus d'assimilation de la technologie - appropriation qui dépend de facteurs tels que l'âge ou l'expérience professionnelle de la personne, les formations, la facilité d'utilisation perçue, etc. ;
- Une dimension organisationnelle liée à l'influence du S.I. qui agit :
 - sur le déroulement des processus de travail à l'intérieur et aux frontières de l'organisation, en structurant le processus de travail c'est-à-dire en imposant un mode opératoire, en coordonnant l'action des différents acteurs, etc. ;
 - sur la dynamique des changements de la structure de l'organisation : où l'usage de nouveaux S.I. entraîne l'apparition de nouvelles formes d'actions - ayant une dimension à la fois de signification, de légitimité et de pouvoir qu'elles représentent, qui à leur tour structurent les nouvelles interactions entre les acteurs. Celles-ci déterminent, quant à elles, la structure de l'organisation.

Ces trois dimensions impliquent de faire la distinction entre le système informatique et le S.I. Dans (Morley, 2006), S.I. et système informatique sont définis de la manière suivante (cf. Figure 7) : « Le S.I. d'une entreprise est la partie du réel constituée d'informations organisées, d'événements ayant un effet sur ces informations et d'acteurs qui agissent sur ces informations ou à partir de ces informations selon des processus visant une finalité de gestion et utilisant les technologies de l'information. Le système informatique est un ensemble organisé d'objets techniques - matériels, logiciels, applicatifs - dont la mise en œuvre réalise l'infrastructure du S.I. et lui permet de fonctionner ».

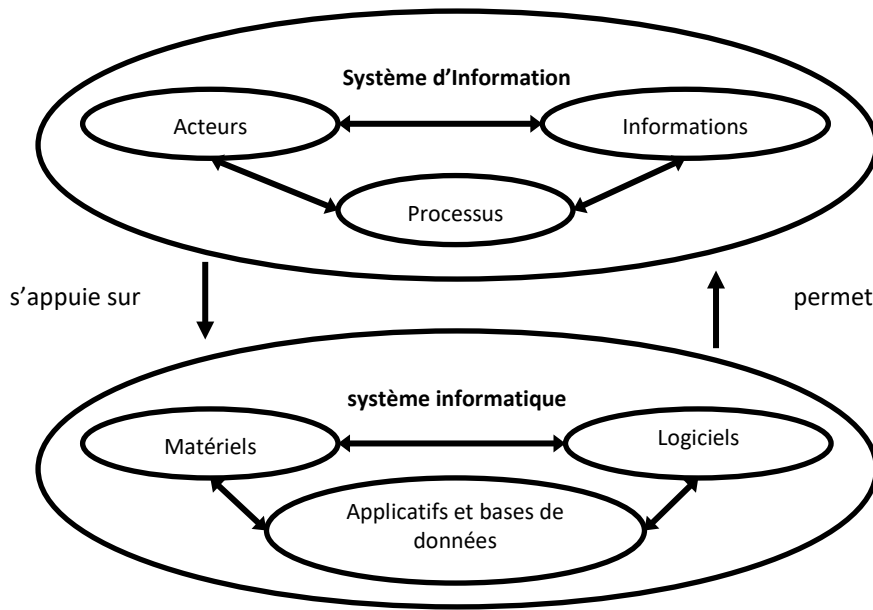


Figure 7 : Distinction entre système informatique et S.I. (Morley, 2006)

Dans cette vision, le S.I. n'est plus considéré comme un réservoir de stockage, de traitement et de diffusion de données entre le Système Opérant et le Système de Pilotage. Il est désormais un aspect à part entière de l'entreprise, entraînant deux problématiques complémentaires dans la gestion des S.I. (Morley, 2006) : l'une de « contenant » correspondant aux « aspects techniques » c'est-à-dire au système informatique stockant de l'information dans les bases de données ; l'autre de « contenu » correspondant aux « aspects conceptuels et organisationnels » c'est-à-dire aux pratiques d'usage de l'information par l'ensemble des processus d'une entreprise dans un contexte organisationnel. C'est cette vision du S.I. qui, selon Fimbel (2004), est la plus complète, la plus réaliste même aussi la plus complexe que nos travaux tentent d'appréhender pour les S.I. « techniques ».

2.3 Les S.I. « techniques »

2.3.1 Définition

Pour définir ce que nous entendons par S.I. « techniques », nous remontons aux deux processus principaux que les entreprises du secteur manufacturier ont à gérer :

- 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 S.I. « techniques » les S.I. supportant ces deux processus. Or, généralement, les définitions faisant référence aux S.I. techniques ou S.I. produit telles que celles données dans (Gzara, 2000 ; Cauvet, 2001) font en réalité référence aux S.I. 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 S.I. Techniques s'appuient sur des systèmes informatiques spécifiques (cf. Figure 8). Il s'agit souvent de briques applicatives standards. Nous détaillons, ci-dessous, celles relatives au travail routinier pour la conception et la production.

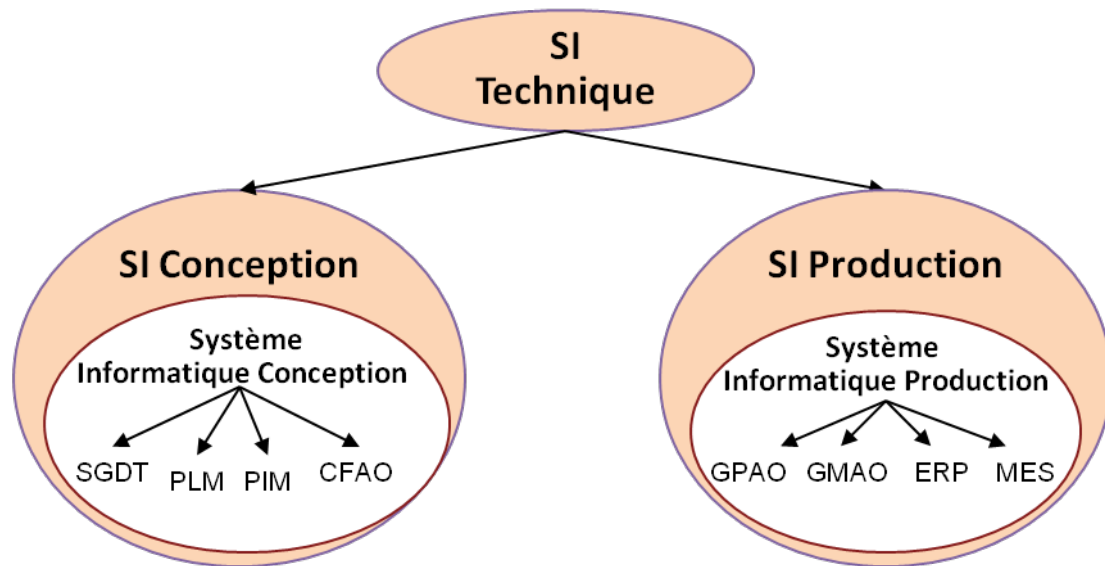


Figure 8. Briques applicatives du S.I. Technique (Avila, 2009a)

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, 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 étendus 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

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), permettant 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) assurant 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 la performance (Gouyon, 2004).

2.3.2 Principales fonctions

Les S.I. Techniques se distinguent des S.I. classiques, i.e. automatisant les fonctions de gestion, par leur rôle au sein de l'entreprise (Bartoli, 1996 ; Kalpic, 1997). Les fonctions majeures des S.I. techniques ont été discutées dans de nombreux ouvrages (McIntosh, 1995 ; Randoing, 1995 ; Gouyon, 2004). 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 les relations 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 de la fabrication ainsi que 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 le travail 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 liées à la conception et production du produit* : les vues particulières du produit ou des processus requises par la simulation sont associées aux modèles. La cohérence et l'intégration entre ces modèles est un des objectifs des S.I. Techniques.

2.4 Quelle recherche pour les S.I. « techniques » ?

Après avoir défini, d'une part le positionnement de nos travaux dans le courant de l'Ingénierie et de la Modélisation d'Entreprise et, d'autre part la vision que nous avons du concept de S.I., il nous semble judicieux de compléter cette caractérisation par une réflexion épistémologique. Dans ce cadre, nous tentons de clarifier la manière dont nous faisons de la recherche en S.I. technique. Cela renvoie à la question épistémologique bien que simple mais au combien « psychanalytique » : « qu'est-ce que faire de la recherche ? ». Pour y répondre, l'histoire des sciences met en avant quatre questions incontournables (Monod, 2002) (cf. Figure 9) :

- *Quelle est la nature de l'objet que l'on cherche à étudier ?* Cette question définit **l'objectivation** de la recherche considérée.
- *Quelle est l'origine des connaissances sur cet objet ?* Cette question définit **l'expérience** de la recherche considérée.
- *Quelle sont les relations causales que l'on cherche à mettre en évidence ?* Cette question définit **la théorisation** de la recherche considérée.
- *Quelle est la question de recherche et la méthode utilisée ?* Cette question définit **la problématique** de la recherche considérée.

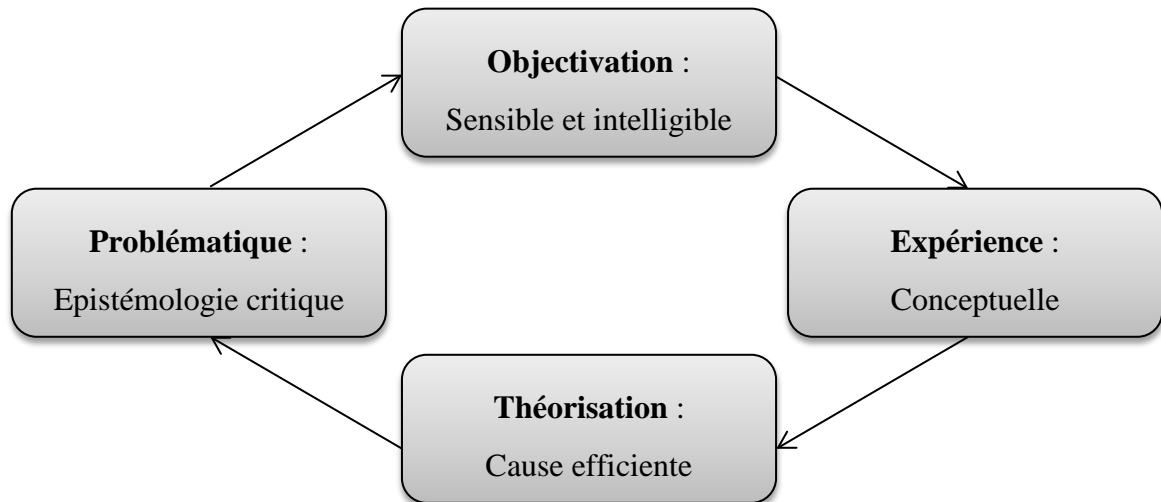


Figure 9 : Cadre épistémologique des recherches menées inspiré de (Monod, 2002)

L'instanciation de ces questions à notre recherche est la suivante (cf. Figure 9) :

- **Objectivation** : l'objet de notre recherche est les S.I. dit techniques. Compte tenu de la vision que nous adaptions de cet objet, nous considérons sa nature de manière plurielle c'est-à-dire tant « sensible » qu'« intelligible ». De par sa dimension technologique, le S.I. existe réellement et est donc de ce fait accessible aux sens. De par ses dimensions informationnelles et organisationnelles, le S.I. est établi intellectuellement.
- **Expérience** : ici il s'agit de définir si les connaissances sur les S.I. sont dérivées de l'expérience ou si elles ont leur source dans la raison. Dans les recherches menées, les connaissances sont d'origine rationnelle puisque nous nous basons, entre autres, sur les fondements théoriques de l'Ingénierie et de la Modélisation d'Entreprise. Les propositions sont quant à elles validées de manière empirique. Nous travaillons généralement en mode de recherche-action c'est-à-dire que nous exécutons autant de fois que nécessaire le cycle planification/action et observation/réflexion tel qu'il est défini dans (Kimmis, 1988) (cf. Figure 10). Ainsi, les connaissances empiriques interviennent au niveau de la phase d'action et observation où sont mises en œuvre les propositions élaborées au cours de la phase de planification. La phase de réflexion permet d'ajuster les propositions à la lueur de l'application terrain. Sur cette base un nouveau cycle, où connaissances théoriques et empiriques viennent s'enrichir mutuellement, peut être entrepris.

Les terrains de recherche supports à la phase d'expérimentation sont des applications industrielles réelles. Cela permet d'être au plus près de la réalité terrain et de montrer l'applicabilité des propositions sur des cas concrets. Cependant, cela montre ses limites quant à la validation des propositions qui ne peut pas se faire, contrairement à d'autres domaines, grâce à des preuves formelles.

- **Théorisation** : la théorisation a trait au mécanisme de détermination de l'objet d'étude encore appelé « principe de causalité ». Nous considérons que l'acteur est l'origine du processus de changement au niveau du S.I.. De ce fait, nous nous plaçons dans un courant de cause efficiente.
- **Problématique** : cette question relève à la fois de la question de recherche traitée et de l'attitude de recherche vis-à-vis de celle-ci. La question de recherche traitée est celle de l'alignement des S.I. techniques. Le paragraphe suivant vise à détailler cette

problématique. L'attitude vis-à-vis de cette problématique est celle de l'épistémologie critique, dans le sens où nous cherchons quelles sont les conditions permettant aux connaissances actuelles d'être exactes. Nous trouvons cette position plus riche que le dogmatisme qui vise à confirmer des connaissances ou encore que le scepticisme qui consiste à les remettre en cause puisque l'épistémologie critique permet d'avoir une position plus équilibrée.

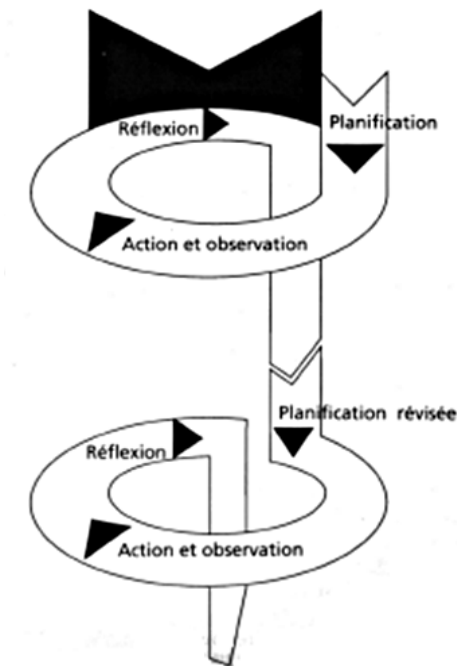


Figure 10 : La spirale de la recherche / action issue des travaux de (Kimmins, 1988)

3 De la caractérisation de l'alignement des S.I.

L'importance de l'alignement des S.I. est bien connue et documentée depuis la fin des années 70. Ainsi, les cadres dirigeants des T.I. (Technologies de l'Information) classent l'alignement parmi le top 10 des sujets en S.I. depuis que ces classements existent il y a plus de 30 ans. Ainsi, Luftman (2011) par exemple, montre que, durant les neuf dernières années, l'alignement business/T.I. a été classé six fois en première position, deux fois en deuxième et une fois en troisième position. De manière globale, on peut retenir trois apports principaux de l'alignement des S.I. (Avison, 2004) : (i) la maximisation du retour sur investissement des T.I. ; (ii) l'obtention d'avantages concurrentiels à travers le S.I. ; (iii) l'acquisition de la flexibilité nécessaire afin de réagir aux nouveaux événements.

Dans ce cadre, les enjeux de l'alignement sont multiples et complexes. Ils tendent à évoluer d'une vision statique à une vision dynamique où l'ensemble des niveaux d'alignement du niveau stratégique au niveau tactique doivent être traités. Nous allons tout d'abord décrire notre vision de ce concept qui est souvent mal défini puis nous ferons un panorama de la recherche en alignement de sorte à replacer nos contributions dans ce domaine.

3.1 L'alignement : un concept polymorphe

Dans le langage courant, aligner signifie « faire coïncider, mettre en conformité une chose avec une autre »⁶. Pour les S.I., le concept d'alignement est traditionnellement traité par l'intermédiaire du résultat obtenu après alignement ce qui explique peut-être pourquoi la définition même du concept reste floue. On dénombre ainsi plus de dix termes tels que “fitness”, “matching”, fusion, pont ou encore congruence pour définir la relation de correspondance entre les entités entrant en jeu dans l'alignement (Regev, 2004). De même, lorsque le terme alignement est utilisé, on retrouve différentes expressions telles que “strategic alignment”, “IT alignment”, “business/IT alignment (BITA)”, “I.S. (Information System) alignment”. Ces expressions sont souvent utilisées de manière interchangeable alors qu'en réalité elles dénotent des niveaux d'alignement et des entités à aligner différentes.

Parmi les définitions les plus courantes, on peut citer celle de Reich (1996) qui considère 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 T.I. ; faisant de l'alignement un alignement dit « stratégique ». Ainsi, dans cette vision, l'alignement consiste à mettre en œuvre les T.I. de manière appropriée et opportune en harmonie avec les stratégies, buts et besoins du business (Luftman, 1999). Dans (Henderson, 1993), l'alignement est défini comme le fit et l'intégration entre la stratégie concurrentielle, la stratégie des T.I., l'infrastructure organisationnelle et l'infrastructure des T.I.. Ici les entités entrant en jeu sont plus nombreuses. On retrouve une définition similaire dans (Hsiao, 1998) où l'alignement consiste à accomplir une synergie entre la stratégie, l'organisation, les processus, la technologie et les ressources humaines de sorte à soutenir la qualité de « l'interdépendance » et ainsi accomplir un avantage concurrentiel. Dans cette dernière définition, l'enjeu de l'alignement est l'avantage concurrentiel.

Gordijn (2007) considère l'alignement business et T.I. comme un exercice critique en « phase amont » pour comprendre comment les S.I. contribuent à la stratégie concurrentielle et fixer des directions pour les phases aval de développement et de maintenance. Cette définition a le mérite de replacer l'alignement dans une vision d'ingénierie des S.I. mais se cantonne à une vision « classique » d'exécution de la stratégie concurrentielle.

Dans (Tarafdar, 2009), deux niveaux d'alignement sont considérés : le niveau stratégique et le niveau tactique. Le niveau stratégique aussi appelé intellectuel dans (Chan, 2007), correspond à la mise en correspondance entre la stratégie concurrentielle et le portefeuille des T.I.. Les processus associés concernent le choix des applications et systèmes qui sont appropriés aux buts et objectifs de l'organisation. Le niveau tactique, concerne l'implémentation des applications planifiées et la réalisation effective des avantages concurrentiels. Le niveau tactique encore appelé structurel dans (Chan, 2007) inclut le niveau d'alignement projet qui est atteint, au cours d'un projet S.I. donné, si les livrables du projet correspondent à la stratégie T.I. de l'organisation et aux objectifs du projet. Ainsi, les auteurs distinguent « quatre quadrants d'alignement » (cf. Figure 11) : (i) le quadrant « aligné » correspondant à

⁶ Le Petit Larousse Illustré

des alignements de niveaux stratégique et tactique élevés ; (ii) le quadrant « aligné stratégiquement » correspondant à des alignements de niveau stratégique élevé et de niveau tactique faible ; (iii) le quadrant « aligné tactiquement » correspondant à des alignements de niveau stratégique faible et de niveau tactique élevé ; (iv) le quadrant « non aligné » correspondant à des alignements de niveau stratégique et tactique faibles. Cette distinction est intéressante car elle montre que l'alignement n'est pas simplement une mise en correspondance entre deux entités que sont les stratégies concurrentielles et des T.I.. Par ailleurs, cette distinction est rarement faite dans les travaux traitant de l'alignement ce qui peut être source de confusion.

Elevé	Aligné stratégiquement : Alignement stratégique élevé Alignement tactique faible	Aligné : Alignement stratégique élevé Alignement tactique élevé
Stratégique	Non aligné : Alignement stratégique faible Alignement tactique faible	Tactiquement aligné : Alignement stratégique faible Alignement tactique élevé
Faible		
	Elevé	Tactique
		Faible

Figure 11 : Les quadrants d'alignement inspiré de (Tarafdar, 2009)

D'autres auteurs comme Camponovo (2004) étendent la notion d'alignement à d'autres points de vue que sont l'alignement avec les évolutions incertaines et l'alignement avec l'environnement externe. Dans ce cas, l'alignement n'est plus seulement une question interne à l'organisation mais doit prendre en compte à la fois les perspectives d'avenir et l'environnement externe dans lequel évolue l'entreprise.

Enfin, un certain nombre d'auteurs donne une définition de l'alignement qui est liée à la manière dont l'alignement va être instrumenté. Ainsi, Etien (2006) qui traite de l'alignement entre S.I. et processus d'entreprise définit ce concept comme l'ensemble des liens « correspond » et « représente » entre les éléments du modèle de processus et les éléments du modèle du système (sous-entendu S.I.).

Quelle que soit la définition de l'alignement considérée et l'expression utilisée pour la désigner, cette notion fait du business et du S.I. deux « partenaires » indissociables qui doivent travailler de concert. Cependant, l'alignement n'est pas une fin en soi mais un processus qui s'inscrit dans le temps comme le suggèrent les travaux de Sabherwal (2001) ou encore de Jouirou (2009). Ces travaux tentent de mettre en évidence cette dynamique, au niveau stratégique, par le modèle d'équilibre ponctué où l'alignement évoluerait selon le profil de management stratégique des T.I. en trois phases, à savoir : évolution, révolution et post-révolution.

Parmi les expressions utilisées, nous préférons celle d'alignement des S.I.. En effet, cette dénomination ne réduit pas l'alignement aux seules T.I. ainsi qu'aux stratégies concurrentielles et T.I. mais doit prendre en compte le S.I. dans l'ensemble des dimensions définies dans la section 2.2 de cette partie. De plus, nous considérons qu'aligner n'est pas

simplement mettre en conformité une chose avec une autre, nous concevons l'alignement comme la mise en cohérence d'un certain nombre d'entités au sens large à savoir stratégies concurrentielle et T.I., infrastructures organisationnelles et S.I. sans oublier environnement externe et évolutions incertaines. C'est à cette mise en cohérence et à son instrumentation que nos travaux s'intéressent.

3.2 De la multiplicité de la recherche en alignement des S.I.

L'alignement des S.I. fait l'objet de travaux dans plusieurs communautés scientifiques à savoir celle du management des S.I., celle de l'ingénierie des S.I. et celle de l'Ingénierie d'Entreprise. Chacune d'elles a une vision spécifique de cette problématique, faisant de l'alignement un sujet où les travaux sont nombreux et variés comme le prouve la recrudescence d'articles qui proposent une synthèse des recherches dans le domaine ou encore l'analyse d'approches existantes. Ainsi, Gericke (2006) ; Chan (2007) font le bilan des recherches en management des S.I. Pour l'ingénierie des S.I., ce bilan est fait dans (Pongatchat, 2008 ; Ullah, 2013) et traite du lien entre alignement et ingénierie des exigences c'est-à-dire les phases amont du processus de développement des S.I. L'analyse des approches existantes est, elle aussi, souvent abordée de manière diversifiée. Ainsi, elle traite des besoins en alignement stratégique dans (Gmati, 2007) ou encore de l'analyse des approches de construction de l'alignement dans (Avila, 2009b) en se basant sur les concepts théoriques d'alignement issus du management des S.I. El Mekawy (2009) s'intéresse aux approches d'évaluation de l'alignement. Doumi (2011) et Aversano (2012) proposent une analyse et comparaison d'approches et stratégies d'alignement variées telles que architecture et contexte business ou encore processus et S.I. Enfin, Hough (2013) se focalisent sur l'analyse des outils support à l'alignement et montrent qu'il y a différents niveaux d'alignement au sein de l'organisation.

Bien que nous nous placions dans une perspective d'Ingénierie d'Entreprise, nous passons en revue les travaux en management et ingénierie des S.I. de sorte à détailler la manière dont est traitée la problématique dans chacune de ses disciplines et de replacer nos travaux.

3.2.1 Management des S.I. et alignement : de la compréhension de l'alignement

En management des S.I., le parti pris est celui de l'alignement au niveau stratégique. On peut classer ces travaux selon trois objectifs complémentaires : (i) compréhension de la contribution des T.I. à la performance de l'organisation, (ii) compréhension de l'alignement stratégique et (iii) proposition d'outils et de modèles d'aide à la planification.

3.2.1.1 Contribution des T.I. à la performance de l'organisation

La première catégorie de travaux s'attache à mettre en évidence la contribution des T.I. et donc in fine des S.I. à la performance de l'entreprise. Ici, une large place est donnée aux études terrain. Différents points de vue sont adoptés pour expliquer cette contribution. Dans (Croteau, 2001), les profils de déploiement technologiques qui supportent le mieux la performance organisationnelle sont développés sur la base d'une étude empirique. Kearns (2003) adoptent une vision basée ressource pour expliquer cette performance. Celle-ci est

remise en cause dans (Wiengarten, 2013) qui propose d'utiliser la théorie de la contingence pour expliquer l'étendue de la valeur « business » des T.I. Tallon (2007), quant à lui, met en avant une vision processus. Enfin, Bergeron (2004) montre que les patterns de co-alignement entre stratégie concurrentielle et des T.I. ont une influence positive sur la performance organisationnelle. De même, la performance est étudiée sous différents angles. Ainsi, Papp (1999) s'attache à la performance financière et son lien avec l'alignement. Dans (Croteau, 2004), le point de vue de performance adopté est celui des compétences. Dans (Cao, 2012), c'est le rôle de l'environnement compétitif qui est étudié. On ne saurait oublier les travaux qui se placent dans des contextes particuliers : (i) type d'entreprise tel que les petites et moyennes entreprises dans (Cragg, 2002) ou encore environnements collaboratifs dans (Lee, 2008) où une vision sociotechnique est adoptée, (ii) zone géographique avec (Khan, 2012) pour les entreprises de service au Pakistan ou les pays en voie de développement dans (Yayla, 2012), (iii) type de technologie donné comme les progiciels tels que les ERP (Enterprise Resource Planning) dans (Velcu, 2010).

3.2.1.2 Compréhension de l'alignement stratégique

Des travaux précédents, il ressort une influence positive entre l'alignement de niveau stratégique et la performance organisationnelle même si certains travaux montrent qu'un alignement trop « collant » peut être préjudiciable comme cela est souligné dans (Jarvenpaa, 1994 ; Pongatichat, 2008) et (Walter, 2013). Ces travaux ne permettent pas de comprendre ce qu'est l'alignement et quels sont les facteurs l'influençant. C'est l'objectif de la deuxième catégorie de travaux en management des S.I. qui est aussi la plus riche. Dans cette catégorie, on retrouve les travaux relatifs : (i) aux facteurs favorisant ou inhibant l'alignement, (ii) à la maturité de l'alignement et (iii) aux modèles conceptuels expliquant l'alignement.

Concernant la première sous-catégorie, l'idée sous-jacente est de mettre à jour les conditions permettant d'aboutir à un meilleur alignement. Parmi ces travaux, on peut citer Luftman (1999) qui s'attache aux facteurs inhibant et favorisant l'alignement au niveau stratégique. D'autres travaux se concentrent sur des aspects particuliers influençant positivement l'alignement. Ainsi, Coughlan (2005) met en avant l'importance des aspects communications. Kearns (2006) s'intéresse à la dimension connaissance alors que dans (Jenkin, 2010), c'est l'alignement au niveau projet qui est étudié. Ici, les capacités d'écoute au sein des membres de l'équipe projet sont mises en avant. Dans les travaux les plus récents, Shao (2012) étudie comment l'interaction entre le style de leadership du directeur des S.I. et la stratégie concurrentielle vont affecter l'alignement stratégique. Dans (Wong, 2012), c'est l'influence de l'attitude des employés qui fait l'objet des travaux dans le secteur manufacturier en Indonésie. Il s'avère que la communication est l'élément qui a le plus d'influence sur un alignement stratégique effectif. Mussa (2013), quant à eux, cherchent à identifier les facteurs comportementaux, techniques et organisationnels sous-jacent à l'alignement stratégique sur la base de données collectées auprès de 202 directeurs d'affaires et des T.I. en Malaisie.

D'autres travaux s'intéressent non pas aux facteurs influençant l'alignement mais à la maturité de cette fonction au sein de l'entreprise. Le modèle de maturité le plus connu est celui de Luftman (2003). Il permet, grâce à six familles de critères, d'évaluer le niveau de maturité en alignement d'une entreprise et de proposer des recommandations permettant

d'améliorer l'alignement T.I. et business. La vision adoptée est bien évidemment celle de l'alignement stratégique avec six catégories de critères :

- Maturité en communication,
- Maturité en mesure de la valeur créée par les T.I.,
- Maturité en gouvernance,
- Maturité en partenariat,
- Maturité en périmètre des T.I.,
- Maturité en gestion des 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 de maturité (cf. Figure 12).

Une fois chaque attribut évalué, la moyenne 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. Les entreprises de niveau 1, le plus bas, ne disposent pas des processus et de la communication nécessaires pour être alignées. Au niveau 5, le plus élevé, stratégies concurrentielles et des T.I. s'adaptent de manière dynamique. Dans cette même sous-catégorie, on peut citer les travaux de Chen (2010) qui étudie la maturité de l'alignement stratégique en Chine.

Niveau 5 : Processus optimisé

Communication : informelle

Compétence/valeur des T.I. : étendue à des partenaires externes

Gouvernance : intégrée au sein de l'organisation et des partenaires

Partenariat : T.I. / business co-adaptatif

Périmètre T.I. : évolue avec les partenaires

Gestion ressources humaines : formation/carrières/récompenses au sein de l'organisation

Niveau 4 : Processus géré

Communication : unifiée

Compétence/valeur des T.I. : tableau de bord géré

Gouvernance : gérée au sein de l'organisation

Partenariat : T.I. comme un atout, pilote du processus

Périmètre T.I. : intégré au sein de l'organisation

Gestion ressources humaines : fourniture de service à valeur émergente

Niveau 3 : Processus établi

Communication : bonne compréhension business/T.I.

Compétence/valeur des T.I. : tableau de bord établi

Gouvernance : processus approprié au sein de l'organisation

Partenariat : T.I. comme un atout, pilote du processus

Périmètre T.I. : intégré au sein de l'organisation

Gestion ressources humaines : fourniture de service à valeur émergente

Niveau 2 : Processus déterminé

Communication : compréhension business/T.I. limitée

Compétence/valeur des T.I. : efficacité coût fonctionnel

Gouvernance : niveau tactique à fonctionnel,

Partenariat : T.I. émergent comme un atout,

Périmètre T.I. : transactionnel

Gestion ressources humaines : hétérogène entre les unités fonctionnelles

Niveau 1 : Processus initial / ad-hoc

Communication : manque de compréhension business/T.I.

Compétence/valeur des T.I. : quelques mesures techniques

Gouvernance : pas de processus formel, centre de coût ; priorités réactives

Partenariat : conflictuel

Périmètre T.I. : traditionnel

Gestion ressources humaines : T.I. prend des risques, peu de récompense ; formation technique

Figure 12 : Modèle de maturité de l'alignement inspiré de (Luftman, 2003)

Si les travaux en maturité permettent d'évaluer et de comprendre où en est une entreprise dans l'alignement, ils n'expliquent en rien ce qu'est le phénomène d'alignement. C'est l'objectif de la dernière sous-catégorie de travaux où sont proposés des modèles conceptuels de l'alignement. Le plus connu est bien sûr le Strategic Alignment Model (SAM) de Henderson (1993) qui a été le premier modèle à considérer les T.I. comme un domaine à part entière. Ce modèle détaille les domaines à prendre en compte dans l'alignement ainsi que les liens entre ces domaines. Ainsi, le SAM est structuré en deux domaines de choix stratégiques à savoir celui du business et celui des T.I. eux-mêmes subdivisés, en deux niveaux : externe (stratégie) et interne (structure). Comme le montre la Figure 13, chaque niveau est structuré en composants : périmètre, compétences et gouvernance pour le niveau externe ; infrastructure, compétences et connaissances, et processus pour le niveau interne.

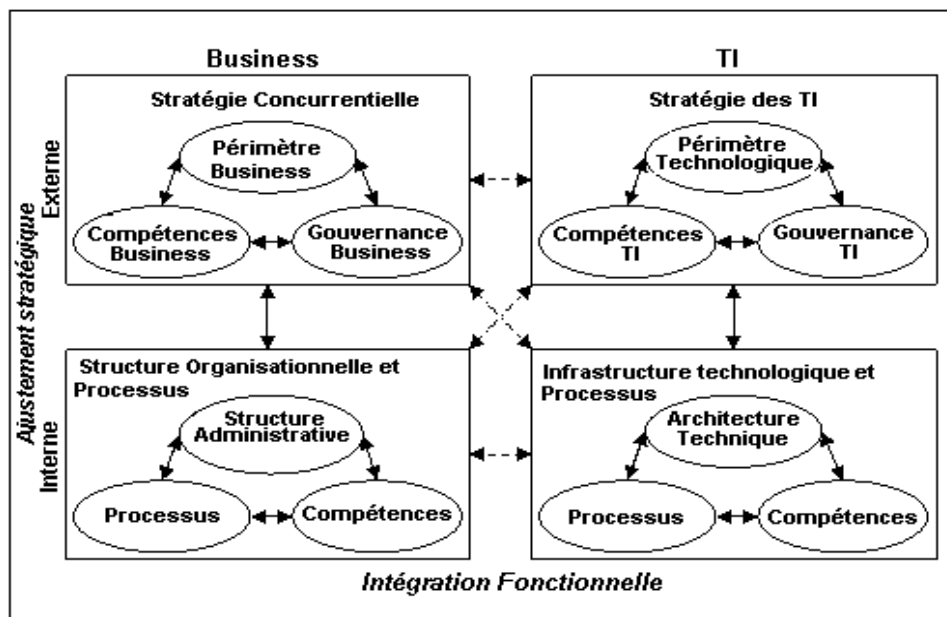


Figure 13 : Modèle d'Alignement Stratégique SAM (Henderson, 1993)

Les quatre quadrants du modèle correspondent aux éléments suivant :

- Le domaine du « Business » au niveau « Externe » détermine la stratégie concurrentielle de l'entreprise.
- Le domaine du « Business » au niveau « Interne » correspond à la structure organisationnelle et aux processus métiers de l'entreprise ("Business Process").
- Le domaine des « T.I. » au niveau « Externe » détermine la stratégie des T.I.
- Le domaine des « T.I. » au niveau « Interne » définit l'architecture et les processus techniques du S.I.

Dans le SAM, l'alignement n'est pas simplement la mise en cohérence des stratégies concurrentielles et des T.I. mais fait intervenir deux briques d'alignement, à savoir :

- L'« ajustement stratégique » : il s'agit du lien vertical entre deux niveaux d'un même domaine.
- L'« intégration fonctionnelle » : Il s'agit du lien horizontal entre deux domaines d'un même niveau.

Selon le SAM, l'alignement « stratégique » fait intervenir trois des quatre domaines selon quatre perspectives d'alignement (cf. Tableau 2). Chacune d'elle est caractérisée par des enchaînements différents des briques d'alignement. Elles sont descriptives du comportement stratégique d'une entreprise vis-à-vis de ses T.I.. La perspective la plus connue est celle d'exécution de la stratégie qui est la combinaison d'un ajustement stratégique au niveau du business et d'une intégration fonctionnelle au niveau interne. Dans ce cas, la stratégie concurrentielle « tire » la conception de la structure organisationnelle qui est elle-même supportée par le S.I. Le SAM est largement reconnu comme cadre d'analyse pour replacer les travaux existants en alignement. Nous le considérons comme le cadre structurant des travaux en alignement.





Nom de la perspective	Perspective
Exécution de la stratégie	
Transformation de la technologie	
Potentiel compétitif	
Niveau de service	

Tableau 2: Perspectives d'alignement du SAM adapté de (Henderson, 1993)

Si le SAM permet de comprendre conceptuellement ce qu'est l'alignement en définissant les éléments entrant en jeu dans l'alignement et la manière dont ils interagissent, d'autres travaux prennent le parti de comprendre le phénomène d'alignement à partir d'une perception terrain. C'est le cas de Silva (2007) qui part de l'interprétation du concept d'alignement par les managers pour en définir les barrières. Enfin, des travaux récents comme ceux de (Chou, 2013) ou encore (Vessey, 2013) expliquent l'alignement comme un processus complexe, dynamique aux facettes multiples concernant à la fois une relation de fit structurel, social ou encore de contenu.

Concernant la dynamique de l'alignement, c'est-à-dire à son évolution au cours du temps, les travaux les plus connus sont (Hirschheim, 2001 ; Sabherwal, 2001) qui exploitent le modèle de l'équilibre ponctué et identifient 3 trajectoires qui mènent au non-alignement.

3.2.1.3 Outils d'aide à la planification

Les modèles conceptuels décrits précédemment ne donnent pas aux managers des moyens pour supporter les pratiques à mettre en œuvre pour mener à l'alignement. Il existe donc une série de travaux qui visent à opérationnaliser les modèles conceptuels, notamment le SAM, ou à proposer des approches permettant une formulation « intégrée » des stratégies T.I. et concurrentielle, entre autres par la gestion des portefeuilles projet.

Le SAM étant un modèle principalement descriptif, un certain nombre de travaux s'attachent à l'opérationnaliser pour les managers. Dans ce cadre, l'opérationnalisation la plus connue est celle d'Avison (2004) qui développe un cadre d'analyse, en quatre étapes, aidant les managers des T.I. à identifier le niveau actuel d'alignement et à contrôler le niveau futur d'alignement. En fait, il s'agit, pour chaque projet T.I. de l'entreprise, de définir la perspective d'alignement et vérifier sa cohérence avec la perspective globale. Le réajustement entre les deux se fait grâce, entre autres, à une réallocation des ressources au niveau du projet considéré. Cependant, les perspectives sont considérées d'un point de vue statique et il n'y a pas de guidage quant au choix de la perspective qui convient le mieux à l'entreprise. Ici, c'est bien le portefeuille projet et les pratiques managériales correspondantes qui sont mis en avant. Il en est de même dans (Xia, 2008 ; Zimmermann, 2008 ; Amaral, 2009) où des processus de gestion de portefeuilles projet ciblés alignement sont proposés.

Concernant l'intégration des stratégies concurrentielle et T.I., Baets (1992) la propose sous forme de cartes d'alignement. Mitropoulos (2012) préconise une approche basée simulation pour aboutir à cette intégration. Plusieurs auteurs comme Van der Zee (1999) ; Huang (2007) ou encore Asli (2013) proposent, quant à eux, de compléter les BSC (Balanced Score Card ou tableau de bord prospectif en français) de Kaplan (2003) pour que cet outil de formulation de la stratégie concurrentielle, basée sur 4 perspectives financières, clients, processus internes et apprentissage organisationnel, puisse servir à l'alignement stratégique en y ajoutant, par exemple, la définition de la stratégie des T.I..

Un certain nombre d'auteurs, quant à eux, se focalisent sur le partage des tâches entre les fonctions business et T.I.. Ces travaux peuvent prendre plusieurs formes comme la description des tâches entre ces deux fonctions dans (in der Maur, 2009) ou encore la configuration de la communication entre top management et le responsables des S.I. par l'intermédiaire d'une vision partagée dans (Preston, 2009). Westerman (2009), quant à lui, propose une vision des activités managériales intégrant la notion de risque.

Les travaux en management des S.I. sont principalement descriptifs du phénomène d'alignement stratégique et les outils proposés se cantonnent aux pratiques managériales, ce qui est tout à fait légitime compte tenu de la discipline considérée.

Nous considérons que les éléments descriptifs des modèles conceptuels, notamment ceux du SAM, peuvent être exploités et complétés à des fins d'Ingénierie d'Entreprise, c'est-à-dire pour traiter, entre autres, le niveau projet d'alignement. C'est cette voie que nous explorons pour nos travaux sur la conduite de l'alignement.

3.2.2 Ingénierie des S.I. et alignement : vers l'ingénierie de l'alignement

Ces dernières années, l'ingénierie des S.I. a connu un intérêt croissant pour l'alignement comme le prouve l'organisation depuis 2006 du workshop international BUSITAL (Business IT Alignment and Interoperability) sur ce thème de recherche. Les auteurs y proposent des méthodes et des outils propres à la gestion des problèmes liés à l'alignement qui peuvent être classés en construction, maintien ou encore évaluation de l'alignement. Dans ce cadre, l'alignement y est traité de deux manières complémentaires : (i) intégration de l'alignement à la conception et au développement des S.I. ; (ii) alignement comme objet d'étude avec le courant d'ingénierie de l'alignement.

3.2.2.1 Intégration de l'alignement à la conception et au développement des S.I.

Les travaux qui s'intéressent à intégrer l'alignement à la conception et au développement des S.I. s'intéressent essentiellement à la construction de l'alignement sous une perspective d'exécution de la stratégie. En général, il s'agit de comprendre les éléments de la stratégie de l'entreprise qui sont pertinents pour la conception et le développement des S.I..

Dans ce cadre, les modèles entrant en jeu dans l'alignement relèvent souvent de trois couches (Jayaweera, 2009) : (i) La couche « but » mettant en œuvre des modèles buts tels que BMM (The Business Rules Group, 2010) (cf. Figure 14) ou encore i^* (Yu, 1995) qui servent généralement à représenter les buts de haut niveau de l'organisation c'est-à-dire sa stratégie concurrentielle ; (ii) La couche « business » mettent en œuvre des modèles de valeur telles e^3 value (Gordijn, 2000) mettant l'accent sur les valeurs échangées entre acteurs d'un segment marché (cf. Figure 15) ; (iii) La couche « processus » correspondant à la vue fonctionnelle telle qu'on la connaît en Modélisation d'Entreprise. La couche « business » est considérée comme une couche intermédiaire permettant de lier les buts de l'organisation et les processus opérationnels. Dans le cadre des différentes éditions du workshop BUSITAL, de nombreux papiers sont consacrés à l'explicitation des règles de passage entre les modèles de chaque couche. Ainsi, dans (Andersson, 2006) et (Huemer, 2008) sont proposés des règles de transformation permettant d'aller d'un modèle de la couche « business » ici, un modèle e^3 value, à un modèle de la couche « processus » à savoir des diagrammes de classes et d'activités UML. En d'autres termes, l'ajustement stratégique du domaine du « business » tel qu'il est défini dans le SAM est réalisé par transformation de modèles. Dans (Pijpers, 2008), la stratégie proposée pour lier ces deux types de modèles est la vérification de cohérence à l'aide d'un modèle intermédiaire. Dans (Andersson, 2007 ; Andersson, 2008 ; Halleux, 2008) et (Jayaweera, 2009), ce sont les liens entre les couches buts et business qui sont étudiés. Il s'agit d'identifier les éléments d'un modèle BMM ou i^* qui peut affecter les éléments d'un modèle e^3 value. Par exemple, les "means" d'un modèle BMM peuvent être formulés en utilisant les notions de la modélisation e^3 value ce qui permet de connecter les deux modèles et d'en assurer l'alignement.

D'autres travaux ne cherchent pas à « connecter » les modèles des différentes couches mais s'attachent à améliorer soit la modélisation orientée but, soit la modélisation orientée valeur. Ainsi, dans (Singh, 2008), une méthode permettant la découverte des buts à différents niveaux stratégique, tactique et opérationnel est proposée. Cela permet de faire la distinction entre les buts portant la stratégie et les buts correspondant aux besoins auxquels doit répondre le S.I. en cours de développement. Dans (Pombinho, 2012), une méthode d'ingénierie des S.I. est proposée. Elle utilise le concept valeur comme concept commun pouvant être partagé par le « business » et les T.I. permettant in fine une meilleure intégration fonctionnelle entre le S.I. et les processus qu'il doit supporter. Dans les travaux relatifs à la construction de l'alignement, on ne saurait oublier les travaux relatifs à l'architecture d'entreprise comme (Fritscher, 2011) où est proposée une architecture d'entreprise qui étend ArchiMate (Lankhorst, 2005) de sorte à y inclure les aspects « business » traités dans Canvas (Osterwalder, 2010).

Concernant l'évaluation de l'alignement, elle est souvent incluse dans la manière de construire l'alignement. Les travaux qui s'attachent uniquement à l'évaluation de l'alignement le font dans un objectif d'opérationnalisation des approches d'évaluation. Dans (Gmati, 2010) une validation empirique des approches basées métriques est proposée. Les approches étudiées concernent la relation de « fitness » telle qu'elle est étudiée dans (Etien, 2005) c'est-à-dire la mesure du fit entre le S.I. et ses processus support en fonction des éléments des modèles les composant (buts, activités, etc.). Sur cette base, les auteurs proposent des recommandations dont le but est d'améliorer la mise en œuvre des approches existantes. Dans la même veine, dans (Suchit, 2012), il est proposé des métriques de l'alignement à un niveau microscopique qui soit en cohérence avec le modèle de maturité de l'alignement de Luftman (Luftman, 2003).

Enfin le maintien de l'alignement est relativement peu traité car il fait l'objet de l'ingénierie de l'alignement. Dans le cadre du workshop BUSITAL, on peut citer Shinobu (2006) qui propose une méthode permettant de gérer le changement incrémental des modèles de buts associés aux processus métier. En vérifiant en boucle le lien modèle de but / modèle de processus il y a gestion du maintien de l'alignement entre ces deux entités. Dans (Daoudi, 2007), c'est aussi la co-évolution entre modèles de buts et modèles de processus qui est traitée. Ici, outre le lien entre modèle de but et processus, un certain nombre de stratégies d'évolution des processus sont proposées telles que *"improve"*, *"maintain"*, *"introduce"*, ce qui permet de distinguer les processus stables de ceux qui vont évoluer.

Nos travaux, comme ceux d'ingénierie des S.I., se placent clairement dans l'intégration de la construction de l'alignement dans la conception et le développement des S.I.. Pour notre part, outre la perspective « d'exécution de la stratégie » du SAM nous prenons en compte des perspectives émergentes dans une vision contingente de la construction de l'alignement. Les modèles que nous préconisons sont issus de la Modélisation d'Entreprise que nous complétons avec des modèles orientés buts.

3.2.2.2 L'ingénierie de l'alignement

Selon Etien (2006), l'ingénierie de l'alignement se définit comme « L'activité qui consiste à construire, rétablir et faire évoluer l'alignement entre plusieurs entités. ». L'hypothèse sous-jacente de l'ingénierie de l'alignement est qu'il est possible de modéliser la relation d'alignement. Les travaux représentatifs dans ce domaine sont ceux du CRI (Centre de Recherche en Informatique) à Paris avec trois thèses qui s'intéressent à trois relations d'alignement différentes : (i) la relation S.I./processus avec la méthode ACEM (Alignment Correction and Evolution Method) (Etien, 2006) ; (ii) la relation stratégie/processus avec INSTAL (Intentional Strategic Alignment) (Thevenet, 2007 ; Thevenet, 2009) ; (iii) l'évolution stratégie/processus avec la méthode DEEVA (DEsign and EVolution of Alignment) (Gmati, 2012). Ces relations sont modélisées en ayant recours à un modèle pivot intentionnel de type MAPs (Rolland, 1999). Il s'agit d'un graphe orienté de *Démarrer* à *Arrêter*, dont les intentions sont les nœuds et les stratégies les liens entre les nœuds. Ce type de modèle a un double avantage. D'une part, il permet de représenter la relation d'alignement sous une forme unifiée, compréhensible par les experts métiers et T.I.. D'autre part, il est le support à la co-évolution des modèles des entités à aligner ce qui permet d'obtenir l'alignement des entités par construction. Enfin, pour chaque relation d'alignement modélisée, un ensemble de métriques et de mesures permettant de mesurer le degré d'alignement des entités considérées est proposé.

Ainsi, la méthode ACEM (Alignment Correction and Evolution Method) détaillée dans (Etien, 2006) traite de l'intégration fonctionnelle au niveau interne du SAM. Dans ce cadre, l'alignement y est défini comme l'ensemble des liens « correspond » (égalité de concepts similaires de méta-modèles différents) et « représente » (impact d'un concept d'un modèle sur un concept d'un autre modèle) des modèles du S.I. et des processus correspondants. Sur cette base, des métriques permettant d'évaluer la relation d'alignement entre les deux modèles sont proposés. Celles-ci comportent quatre facteurs correspondant à différents niveaux d'alignement des modèles et à dix critères et métriques (cf. Tableau 3) permettant une évaluation de la relation d'alignement entre modèles du S.I. et des processus.

Facteurs	Critères	Métriques
Alignement Intentionnel	Taux de support	Ratio d'activités prise en charge par le S.I.
	Satisfaction des buts	Ratio des buts satisfaits par le S.I.
	Présence des acteurs	Ratio d'acteurs existant dans le S.I.
	Présence des ressources	Ratio de ressources existant dans le S.I.
Alignement Informationnel	Complétude de l'information	Ratio d'objets des processus et du S.I. qui se correspondent.
	Exactitude de l'information	Ratio d'états des processus et du S.I. qui se correspondent.
Alignement fonctionnel	Complétude de l'activité	Ratio d'objets d'une activité correspondant à un objet du S.I.
	Exactitude de l'activité	Ratio d'états d'objets d'une activité correspondant à un état du S.I.
Alignement dynamique	Fiabilité du système	Ratio de transitions d'états implémentées
	Réalisme dynamique	Ratio de chemins implémentés

Tableau 3 : Métriques de la relation d'alignement processus/S.I. adapté de (Etien, 2006)

La méthode comporte trois étapes (cf. Figure 16) : (i) l'obtention du modèle pivot, (ii) l'évolution du modèle pivot et (iii) la propagation des écarts grâce aux opérateurs d'écarts. Ces derniers sont classés en trois catégories : nommage, intrinsèque et structurel correspondant à une gradation croissante des modifications à opérer entre le modèle existant As-Is et le modèle future To-Be.

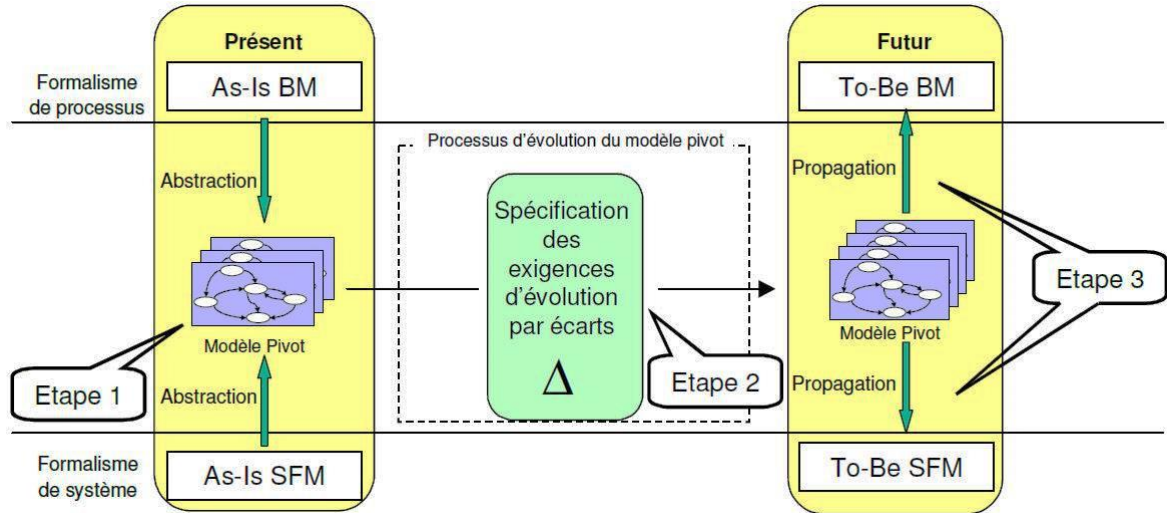


Figure 16 : Les trois étapes de la méthode ACEM (Etien, 2006)

La méthode INSTAL (Intentional Strategic Alignment) (Thevenet, 2007 ; Thevenet, 2009) s'intéresse à l'ajustement stratégique entre processus et stratégie. Elle propose de mesurer le support fourni par le niveau opérationnel au niveau stratégique. Le niveau opérationnel comprend les processus organisationnels et le S.I.. 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. Ainsi, une typologie des liens ainsi que des rôles associés aux liens d'alignement sont proposés (cf. Figure 17). Les métriques proposées fournissent une vue quantitative ou qualitative de l'alignement des éléments du niveau stratégique avec les intentions représentées sur les MAPs. Les mesures fournissent une vue quantitative ou qualitative de l'alignement des éléments du niveau opérationnel avec les intentions du MAPs.

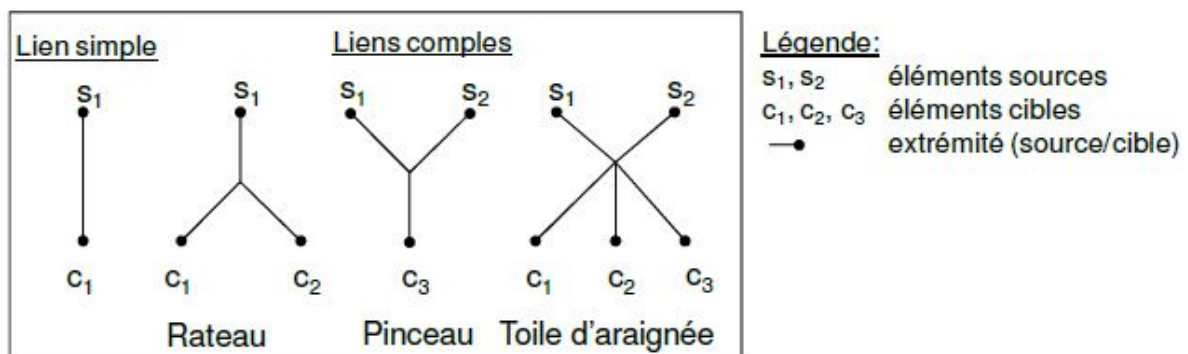


Figure 17 : typologie des liens d'alignement stratégiques (Thevenet, 2009)

Et enfin la méthode DEEVA (DEsign and EVolution of Alignment) décrite dans (Gmati, 2012) s'inscrit dans un contexte d'évolution du S.I. La relation d'alignement modélisée est à nouveau celle de l'ajustement stratégique des domaines business et T.I. Ces travaux, comme ceux d'Etien, se placent dans une perspective de co-évolution du S.I. et de ses processus support en y intégrant les aspects évolution et héritage des systèmes existants (cf. Figure 18). Ainsi cette méthode permet (i) le diagnostic de l'ajustement stratégique existant, (ii) la spécification des exigences d'évolution et (iii) le choix parmi plusieurs alternatives du S.I. considéré. Pour ce faire, elle s'appuie sur (i) un modèle d'alignement permettant de comprendre la cohérence entre les niveaux externe et interne, (ii) un ensemble de métriques permettant de mesurer le degré de l'ajustement stratégique et (iii) deux modèles de co-évolution, un modèle stratégique et un modèle tactique.

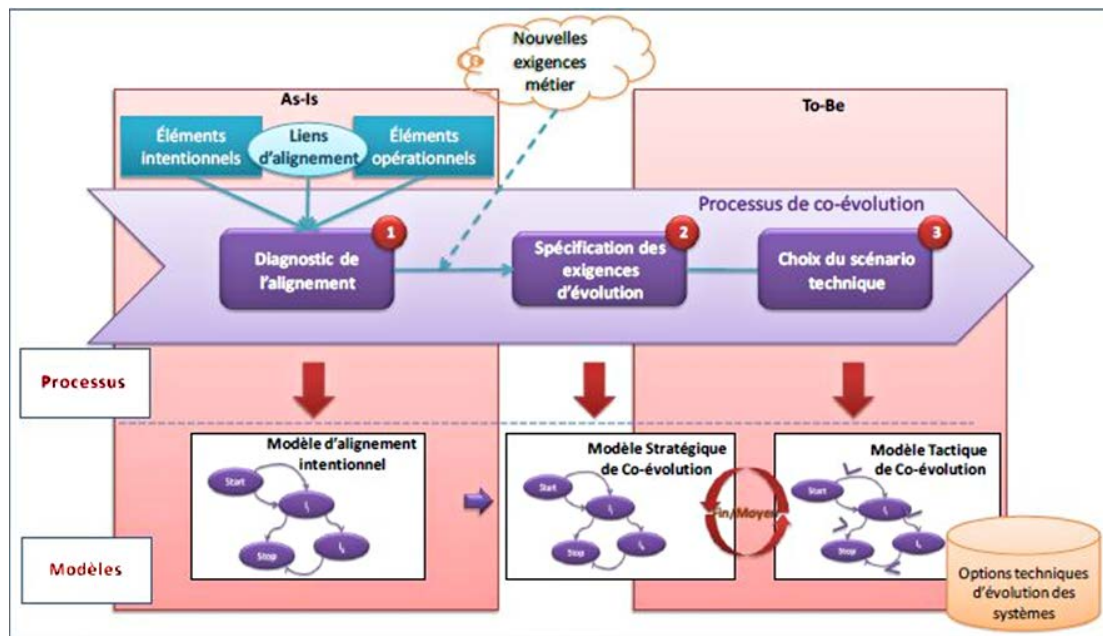


Figure 18 : Vue d'ensemble de la méthode DEEVA (Gmati, 2012)

Les travaux d'ingénierie de l'alignement apportent un point de vue complémentaire à la problématique de l'alignement en modélisant les relations d'alignement multiples de sorte à construire, évaluer et faire évoluer cette relation. L'accent mis sur l'importance de modèles compréhensibles par les experts métiers et T.I. mais aussi les managers est à notre sens un point essentiel de la mise en œuvre de la modélisation dans le cadre de l'alignement des S.I.

Nos travaux traitent des mêmes relations d'alignement que ceux de l'ingénierie de l'alignement. Ainsi, nous nous plaçons toujours dans le cadre de projets d'évolution de S.I. La relation avec la stratégie est traitée dans les travaux de conduite d'alignement sous l'angle de la contingence de la séquence d'alignement à mettre en œuvre pour construire l'alignement. La relation entre processus et S.I. est traitée pour des types de S.I. particuliers sous l'angle de l'instrumentation de ce lien. La partie suivante décrit nos contributions dans le domaine de la conduite de l'alignement.

B.3 CONTRIBUTION A LA COMPREHENSION ET CONDUITE DE L'ALIGNEMENT

L'axe 1 *contribution à la compréhension et à la conduite de l'alignement* concerne l'alignement « complet » des S.I. tel qu'il est défini dans (Camponovo, 2004) par trois points de vue (cf. Figure 19) :

- *L'alignement interne ou stratégique* permettant que le S.I. soit conforme avec les buts et activités de l'organisation. Ici un des enjeux est de permettre la communication entre le monde du « business » et celui des T.I. comme cela a été évoqué précédemment.
- *L'alignement avec l'environnement externe* consistant 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 de définir des stratégies de réponse efficaces et efficientes pour mieux faire face aux changements potentiels externes.
- *L'alignement avec l'environnement incertain* visant à prévoir ou estimer les évolutions potentielles de l'organisation et de son environnement ainsi qu'à assurer que le S.I. puisse évoluer conformément à ces changements. Ce fait accentue la nécessité d'implémenter des S.I. 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.

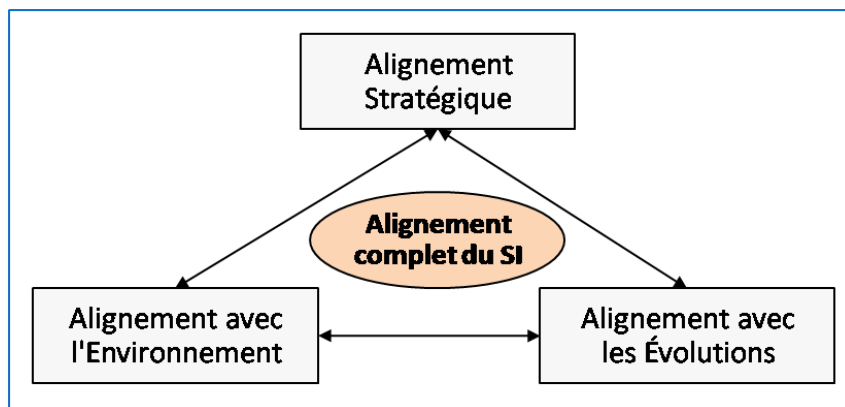


Figure 19 : Alignement complet des S.I. (Camponovo, 2004)

Nos contributions dans ce domaine sont de deux ordres. Le premier est la compréhension des mécanismes sous-jacents permettant aux approches existantes de construire l'alignement « complet » d'un S.I. en cours de conception. Le deuxième est relatif à la proposition de modèles et méthodes venant supporter cette tâche de construction d'alignement. Le point de vue adopté sur l'alignement est macroscopique et centré sur la dynamique des entités à aligner. Nos contributions viennent s'insérer dans les phases amont de la conception et du développement des S.I..

Ces travaux ont été développés dans le cadre de la thèse d'Oscar Avila (2006-2009), qui a bénéficié d'une allocation ministérielle et dont j'ai assuré l'encadrement à 70%.

1 Un cadre d'analyse pour l'alignement complet des S.I.

Les approches destinées à faciliter la construction d'alignement des S.I. sont nombreuses et variées. Cependant, une analyse de leur description en langage naturel ne permet pas :

- De déterminer quel est le point de vue d'alignement traité puisque les termes « alignement T.I. / Business » ou « 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
- De mettre à jour leur mode de fonctionnement quant à la manière de traiter chaque point de vue d'alignement.

C'est pourquoi nous proposons un cadre d'analyse permettant de répondre à ces deux objectifs.

1.1 Présentation du cadre

Le nombre et la diversité des approches dans le domaine de l'alignement des S.I. poussent à la proposition de cadres d'analyse dans le domaine des S.I. comme le montre les publications de ce type au cours de ces dernières années comme par exemple (Gmati, 2007 ; El Mekawy, 2009 ; Doumi, 2011) ou encore (Aversano, 2012). Le cadre que nous proposons pour la construction de l'alignement « complet » des S.I. répond aux questions suivantes :

- Quels domaines aligner par rapport au domaine du S.I. ? Cette question permet d'identifier quels sont les entités traitées par l'approche étudiée.
- Quelle est la séquence d'alignement correspondante ? Cette question permet d'identifier dans quel ordre les domaines sont alignés.
- Existe-t-il des moyens pour scruter l'environnement ? Cette question est liée à l'alignement avec l'environnement qui nécessite selon Scott Morton (1991) ; Camponovo (2004) de : (i) scruter l'environnement et (ii) définir les stratégies support.
- La dimension temporelle est-elle intégrée ? Cette question est liée à l'alignement avec les évolutions qui nécessite, au cours du temps un alignement répété du S.I..

1.1.1 Le triptyque Élément/Attribut/Valeur

Pour analyser les quatre questions qui synthétisent la problématique de l'alignement complet des S.I., nous proposons de structurer le cadre d'analyse selon le triptyque (Élément, Attribut, Valeur) proposé dans (Rolland, 1998) :

- 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 S.I..
- 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.

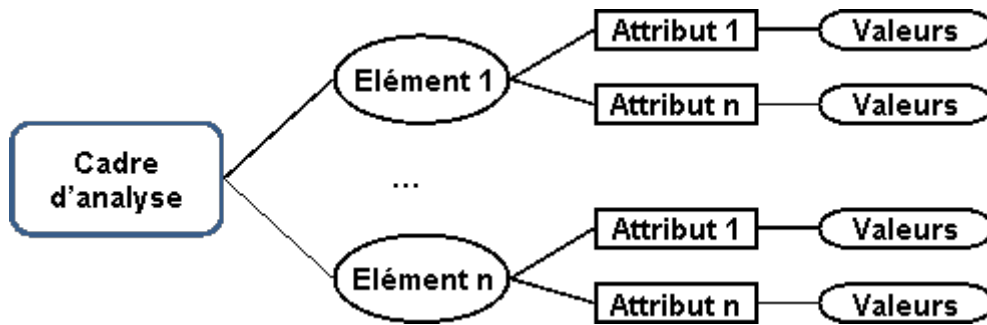


Figure 20 : Structure du cadre d'analyse

La grille d'analyse comporte les éléments suivants :

- **Les domaines impliqués** correspondant à la question « Quels domaines aligner par rapport au domaine des S.I. ? »
- **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 ? »

1.1.2 L'élément « domaines impliqués »

Cet élément est repris directement du SAM de Henderson (1993) puisqu'il fournit une description complète et structurée des domaines impliqués dans l'alignement. Cet élément ne comporte qu'un attribut et quatre valeurs qui sont les quatre domaines du SAM (cf. Figure 21).

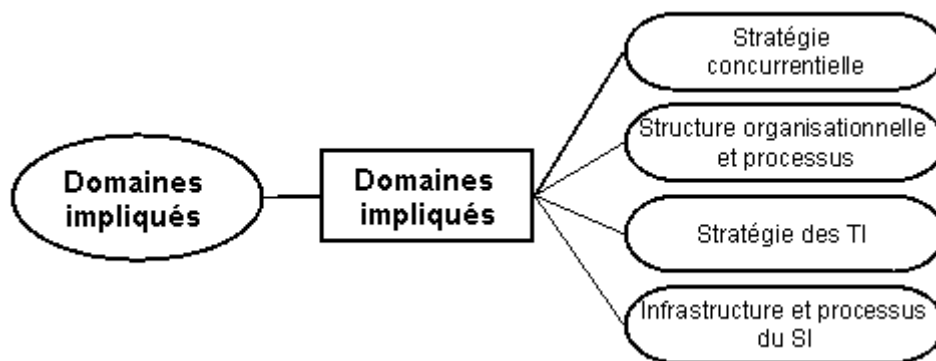


Figure 21 : Élément d'analyse « domaines impliqués »

1.1.3 L'élément « 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 : (i) la typologie des domaines décrivant la position d'un domaine dans la séquence, (ii) le type de liaisons entre ces domaines et (iii) la nature de la séquence d'alignement (cf. Figure 22). 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, 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 (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 23 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, telles qu'elles existent dans le SAM, entre les domaines impliqués dans la séquence (cf. Figure 23).
- **Nature de l'alignement :** (valeurs : *planifié / émergent*) : cet attribut précise ce qui pilote une séquence d'alignement donnée. Selon (Hsiao, 1998), la séquence est planifiée si c'est le niveau externe qui est domaine d'ancrage. Dans le cas contraire on parle de séquence émergente.

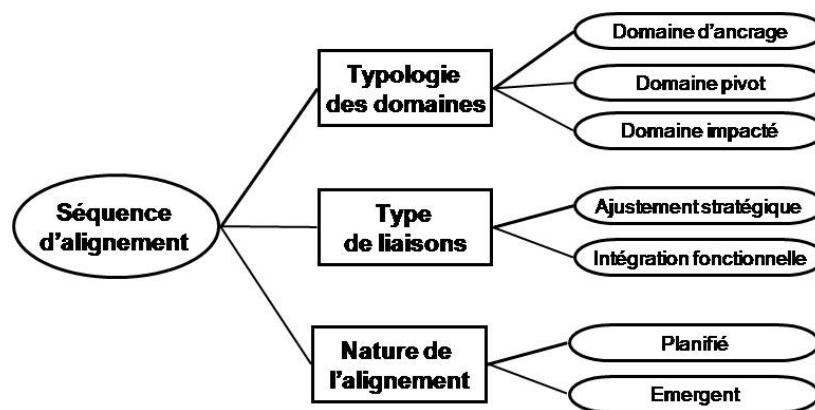


Figure 22 : Élément d'analyse « séquence d'alignement »

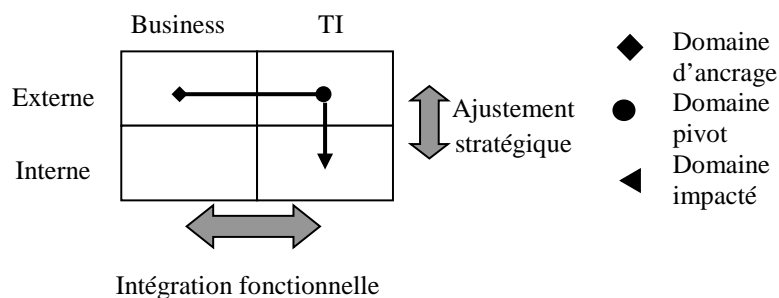


Figure 23 : Représentation des éléments d'une séquence d'alignement

1.1.4 L'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). Selon Camponovo (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 24). Les valeurs correspondantes sont :

- *Acteurs* : cette perspective traite de la complexité des réseaux d'acteurs présents dans l'environnement extérieur. 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. Dans le domaine des T.I., les acteurs correspondent aux organisations spécialisées dans la fourniture de produits et de services de T.I. telles que les éditeurs de logiciels ou les sociétés de service en ingénierie informatique (SSII).
- *Usages* : dans la définition originelle de Camponovo (2004), la perspective « usages » représente le côté « demande » du marché dans lequel l'entreprise concourt avec ses produits et services (environnement du Business). Nous proposons d'étendre cette perspective à l'environnement des T.I. Dans le domaine des T.I., cette perspective représente le côté « demande » du marché des T.I. Elle correspond ainsi aux usages potentiels des produits et services fournis par les organisations spécialisées en T.I. 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).

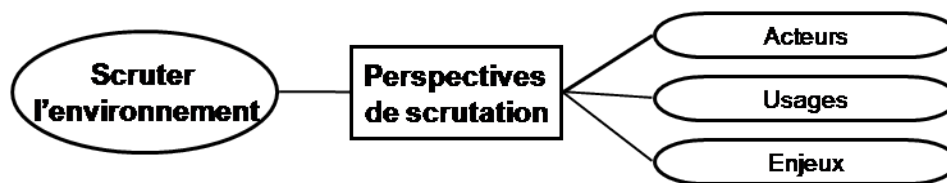


Figure 24 : Élément d'analyse « scruter l'environnement »

1.1.5 L'élément « dimension temporelle »

L'alignement avec les évolutions vise à assurer que le S.I. puisse évoluer conformément aux changements de l'organisation et de son environnement. En effet, ces évolutions exigent un maintien de l'alignement au cours du temps. Ainsi, l'élément « dimension temporelle » comporte un seul attribut avec les valeurs suivantes (cf. Figure 25) :

- *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 S.I. liés aux changements au niveau interne (processus organisationnels, structure administrative).

- *Futur (To-Be)* : modèles ou scénarios décrivant les possibles états futurs.

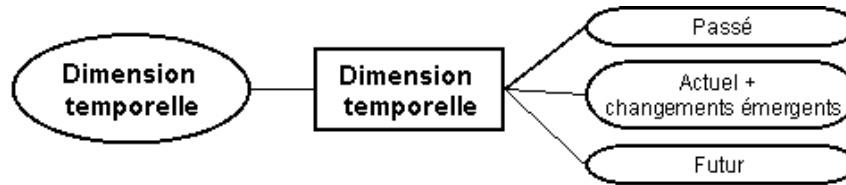


Figure 25 : Élément d'analyse « dimension temporelle »

1.1.6 Synthèse du cadre d'analyse

L'ensemble du cadre d'analyse peut être synthétisé sous la forme du Tableau 4

Elément	Attribut	Valeurs
Domaines impliqués	Domaines impliqués	*Stratégie concurrentielle *Infrastructure et processus organisationnels *Stratégie des T.I. *Infrastructure et processus des T.I.
Séquence d'alignement	Typologie des domaines	*Ancrage *Pivot *Impacté
	Type de liaisons	*Fit stratégique *Intégration fonctionnelle
	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 4 : Synthèse des éléments de la grille d'analyse

1.2 Démarche de revue des approches de construction de l'alignement

Nous avons passé en revue neuf approches de construction de l'alignement. 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 : (i) *la typologie des domaines* décrivant la position d'un domaine dans la séquence, (ii) *le type de liaisons* entre ces domaines et (iii) *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 S.I. (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 l'écart 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).

Les neuf approches étudiées sont issues des diverses disciplines qui traitent de l'alignement tant au niveau management des S.I., ingénierie des S.I. ou encore Ingénierie d'Entreprise. Il s'agit tant de méthodes telles que nous les avons définies au paragraphe *B.21.1 Définitions de la section 1 Ingénierie d'entreprise*, que de modèles conceptuels et que d'architectures⁷. Les approches ont été classées selon la perspective d'alignement du SAM traitée :

- Exécution de la stratégie :
 - MIT90s (Scott Morton, 1991)
 - Urbanisme des S.I. (Longépé, 2004)
 - B-SCP (Business Strategy, Context and Process) (Bleistein, 2006)
 - BALES (binding Business Applications to Legacy Systems) (Papazoglou, 2000)
- Intégration fonctionnelle au niveau interne :
 - ARIS (Architecture of Integrated Information System) (Scheer, 2000)
 - GRAAL (Wieringa, 2003)

⁷ Nous considérons une architecture comme "The structure of components, their inter-relationships, and the principles and guidelines governing their design and evolution over time" (TOGAF, 2009) ce que nous traduisons par « La structure des composants d'un système, leurs inter-relations et les principes et recommandations gouvernant leur conception et évolution au cours du temps ».

- Séquences d'alignement alternatives :
 - BITAM (Business IT Alignment Method) (Chen, 2005)
 - Fujitsu (Australia) Framework (Yetton, 1994)
 - SEAM (Wegmann, 2003)

1.3 Résultats de l'analyse

L'application de cette démarche d'analyse à neuf approches d'alignement, permet : (i) de comprendre la logique de construction de l'alignement de celles-ci, (ii) d'identifier leur contribution aux trois points de vue d'alignement. Les résultats de l'application du cadre d'analyse sont synthétisés dans les tableaux 5 à 8. Le Tableau 5 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 6, les séquences d'alignement identifiées sont décrites en utilisant la représentation graphique proposée dans la grille d'analyse (cf. Figure 23). Le Tableau 7 résume le troisième élément à savoir « scruter l'environnement » et, enfin, le Tableau 8 présente les résultats du quatrième élément d'analyse « dimension temporelle ». Afin d'explicitier les descriptions faites grâce au cadre d'analyse et afin de définir le point de vue d'alignement traité, nous menons trois analyses complémentaires :

- La première analyse consiste à analyser le Tableau 5 et le Tableau 6 qui résument respectivement les « domaines impliqués » et les « séquences d'alignement ». 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 S.I. ».
- La deuxième analyse consiste à analyser les perspectives supportées pour scruter l'environnement (Tableau 7) et les domaines impliqués (Tableau 5). Cela permet de mettre en évidence les deux facteurs clés de l'alignement avec l'environnement : (i) *scruter l'environnement*, facteur lié aux perspectives pour scruter l'environnement et, (ii) *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 8). Cela correspond à notre interprétation de l'alignement avec les évolutions incertaines.

1.3.1 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 S.I. 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 GRAAL et ARIS qui la supportent partiellement. En effet, ces deux approches cherchent à aligner les processus organisationnels avec les S.I. support (cf. Tableau 5 et Tableau 6).

Parmi les approches supportant ce point de vue d'alignement, le Fujitsu Framework, BITAM et SEAM sont intéressants car : (i) le premier propose un chemin d'alignement alternatif où le domaine interne des T.I. c'est-à-dire, l'infrastructure et les processus du S.I., sont le domaine d'ancrage, (ii) le deuxième propose un chemin d'alignement double qui prend en considération la stratégie des T.I., et (iii) la dernière permet plusieurs chemins d'alignement afin de réaliser l'alignement stratégique (cf. Tableau 6).

Domaine	Composant	Exécution de la stratégie concurrentielle				Intégration fonctionnelle interne		Séquences d'alignement alternatives		
		MIT90s	Approche Longépé	B-SCP	BALES	ARIS	GRAAL	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
T.I.	Périmètre							X		
	Compétences							X		
	Gouvernance							X		
	Structure	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Processus									
	RH/Compétences	X							X	X

Tableau 5 : Domaines impliqués

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

Tableau 6 : Séquences d'alignement

1.3.2 Alignement avec l'environnement

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

(i) *Scruter l'environnement* : les résultats du troisième élément de la grille d'analyse (cf. Tableau 7) 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 GRAAL (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 T.I..

Concernant les techniques proposées pour modéliser l'environnement :

- B-SCP propose la notation de Weill et Vitale.
- GRAAL propose 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.

(ii) *Définir les stratégies de support* : les résultats du premier élément d'analyse « domaines impliqués » (cf. Tableau 5) montrent que :

- Seule une approche, à savoir BITAM, supporte la formulation de la stratégie concurrentielle et de la stratégie des T.I. dans la définition du « modèle d'entreprise ».
- Toutes les approches supportent la définition de la stratégie concurrentielle à l'exception de GRAAL et d'ARIS. En effet, ces deux approches, qui sont des architectures orientées S.I., 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 S.I..

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. Cela semble logique dans le sens où, à l'exception de la première ce sont des modèles conceptuels de construction de l'alignement tels qu'ils sont proposés en management des S.I..

- Longépé propose de décrire la stratégie concurrentielle par la création d'un modèle d'objectifs (en utilisant des 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*. C'est donc une méthode issue de l'ingénierie des besoins qui dérive les besoins à partir de la stratégie concurrentielle.
- BALES propose une version étendue d'UML nommée BALES UML. Cette extension ajoute des constructeurs, tels que par exemple <Business_Policy> qui peuvent 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	GRAAL	BITAM	Fujitsu Framework	SEAM
Actors	X		X			X	X		X
Uses	X	X	X						X
Enjeux	X		X			X	X		

Tableau 7 : Perspectives pour scruter l'environnement

1.3.3 Alignement avec les évolutions incertaines

Toutes les approches analysées traitent l'état actuel (As-Is) du S.I. ainsi que les changements émergents (Next Step) à implémenter. Cela correspond à une vision statique de l'alignement des S.I. car elle considère seulement l'état actuel de l'organisation et du S.I. et ne considère pas les changements potentiels à long terme provoqués par des évolutions dans les environnements du Business et des T.I.. 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 T.I., telles que de nouvelles alliances technologiques, peuvent affecter la position actuelle de l'organisation. C'est pourquoi une vision dynamique de l'alignement des S.I. s'avère nécessaire afin de pouvoir aligner continuellement le S.I. 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	GRAAL	BITAM	Fujitsu Framework	SEAM
Past									
As-Is+Next step	X	X	X	X	X	X	X	X	X
To-Be									X

Tableau 8 : Analyse de la dimension temporelle

2 La méthode ATIS (Aligning Technical Information Systems)

La méthode ATIS (Aligning Technical Information Systems) a été développée au cours de la thèse d'Oscar Avila. Elle permet, pour les S.I. techniques, de prendre en compte les trois points de vue d'alignement décrits en Figure 19 et vise à répondre aux manques identifiés grâce à la mise en œuvre du cadre d'analyse décrit précédemment. La méthode ATIS est dédiée à la construction de l'alignement au cours d'un projet S.I. donné. Elle est à mettre en œuvre dans les phases amont de conception et de développement, et peut-être couplée aux approches classiques d'ingénierie des besoins par exemple. Contrairement aux approches de construction de l'alignement existantes, elle ne supporte pas seulement une séquence d'alignement mais guide vers la séquence d'alignement la plus adaptée au projet en cours.

Nous présentons tout d'abord les deux modèles de la méthode : E-SAM et « multi-écrans » puis nous exposons les principes de leur utilisation conjointe avant de décrire la démarche de construction de l'alignement complet.

2.1 Le modèle E-SAM

L'alignement stratégique des S.I. 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 des domaines du Business ou des T.I. traités classiquement.

En ce qui concerne l'alignement des S.I. Techniques avec l'environnement, il exige la formulation et l'implémentation des stratégies des domaines des T.I., 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, dans la vision « classique » de l'alignement stratégique, les stratégies des domaines des T.I., 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 (Rothwell, 1983 ; Hayes, 1988 ; Hill, 1995 ; Sheldon, 2004 ; Marxt, 2005).

Afin de combler ces manques, nous proposons d'étendre le SAM par : (i) l'addition des domaines d'application des S.I. techniques i.e. le domaine de conception et le domaine de production, (ii) l'extension de la notion de perspective d'alignement en séquence d'alignement.

2.1.1 Démarche d'extension

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 26). Dans les deux paragraphes suivants, nous détaillons ces deux activités.

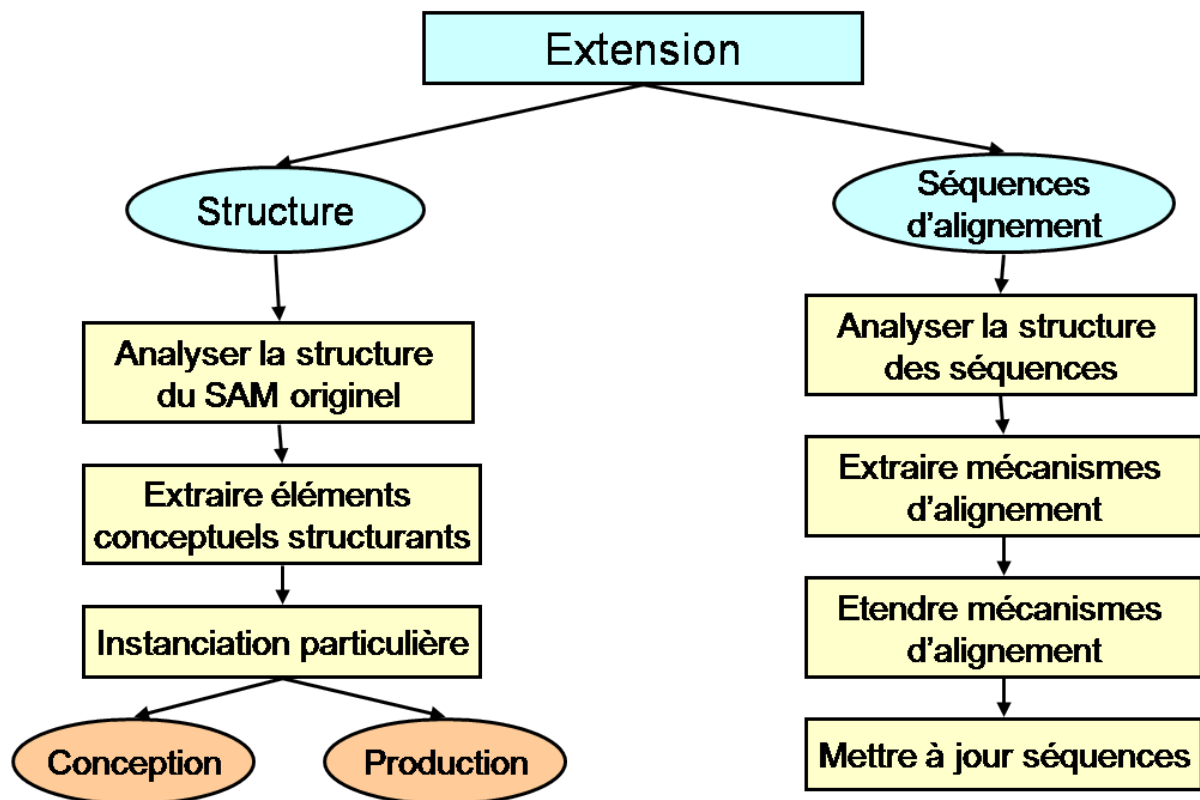


Figure 26 : Démarche d'extension du SAM

2.1.2 Vue statique : extension de la structure du SAM

L'extension de la structure du SAM consiste, tout d'abord, à analyser sa structure et à y extraire les éléments conceptuels qui la conforment, puis à exploiter ces éléments afin de dériver la structure du domaine d'application par analogie de concepts.

Le SAM originel est structuré en trois classes d'éléments différents (cf. Figure 27) à savoir :

- *Les Domaines* : Business et Technologies de l'Information (T.I. 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) : (i) périmètre, compétences et gouvernance pour le niveau externe ; (ii) infrastructure, compétences et connaissances, et processus pour le niveau interne.

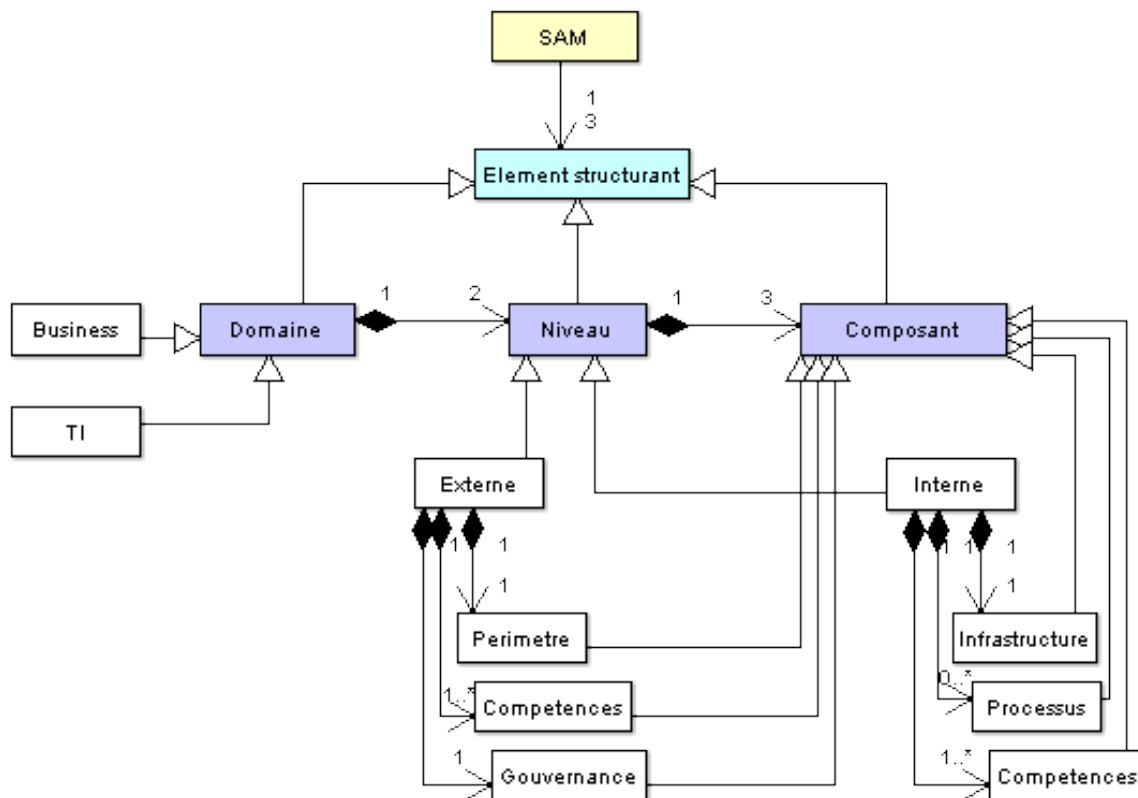


Figure 27 : Diagramme de classes des éléments de la structure du SAM

Nous proposons d'utiliser la même structure pour le domaine d'application (cf. Figure 28), 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 : (i) périmètre, compétences et gouvernance au niveau externe, (ii) infrastructure, compétences et connaissances, et processus au niveau interne.

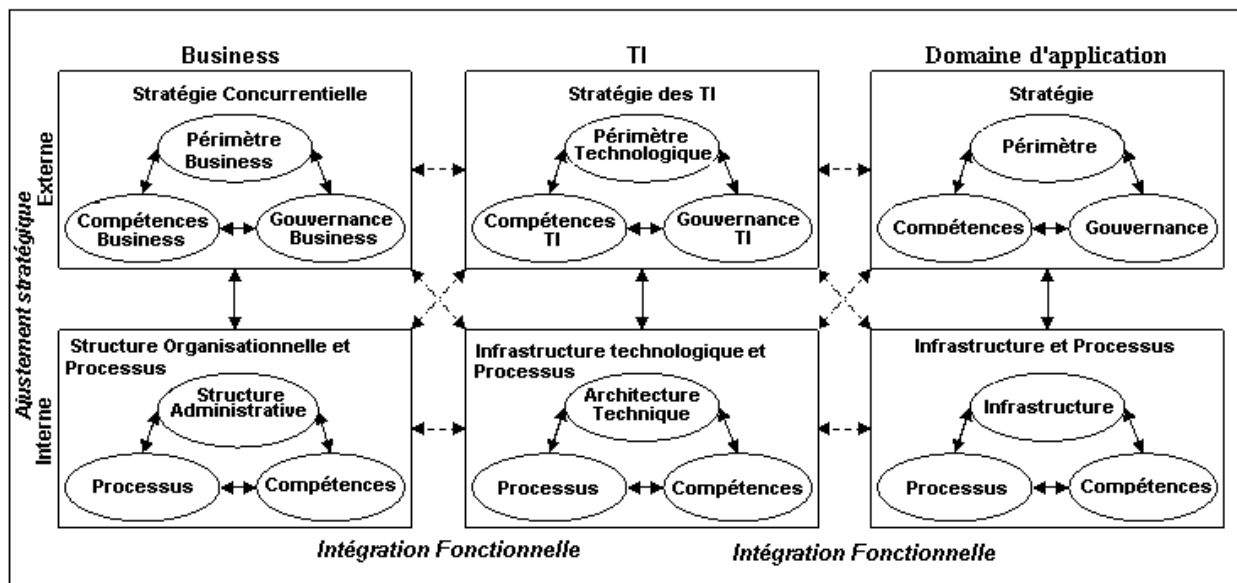


Figure 28 : E-SAM

Afin d’instancier chaque composant, nous faisons appel aux travaux du domaine d’application (conception et production) et réalisons un mapping de concepts. La description détaillée des mappings est réalisé dans (Avila, 2009a).

Le diagramme de Paquetages de la Figure 29 représente ce mapping, pour le domaine de la conception, dont les composants peuvent être décrits de la manière suivante :

- Au niveau externe :

- *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 design, 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 cadres 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.

Le diagramme de paquetages de la Figure 30 représente ce mapping, pour le domaine de la production, dont les composants peuvent être décrits de la manière suivante :

- Au niveau externe :
 - *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 l'entreprise virtuelle ou les 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.

- Au niveau interne :
 - *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.

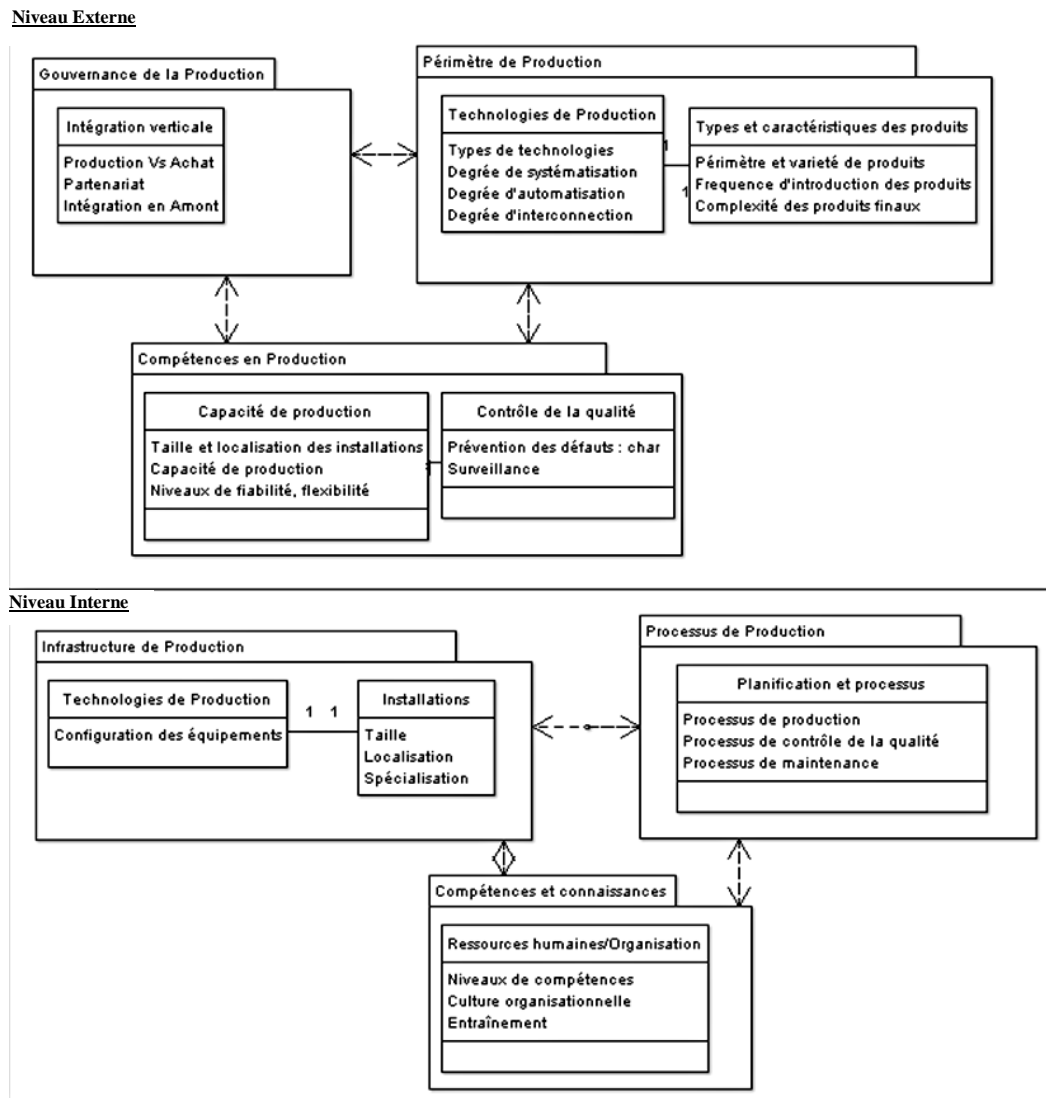


Figure 30. Diagramme de paquetages décrivant l'assignation des catégories de décision de production aux composants du domaine de production du E-SAM

2.1.3 Vue dynamique : extension des séquences d'alignement

Dans le SAM originel, les perspectives ou séquences d'alignement 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 (cf. Tableau 6). 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, 1993), être classés (cf. Figure 23) en termes

de : (i) domaine d'ancrage, domaine par qui commence la séquence, représenté par un carré, (ii) domaine pivot qui est le domaine intermédiaire, représenté par un cercle et (iii) domaine impacté qui est le point d'arrivée de la séquence, représenté par une flèche.

L'analyse de ces éléments conceptuels dans (Avila, 2009a) permet d'aboutir aux mécanismes d'alignement étendu suivants :

- *Mécanisme d'alignement étendu A* : le domaine impacté est l'un des domaines internes. Cependant, l'objectif de nos recherches est la conception des S.I. Nous nous attachons donc uniquement aux séquences impactant le domaine interne des T.I. (infrastructure technologique et processus du S.I.).
- *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 T.I.
- *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, T.I. et domaine d'application).
 - *C3* : au moins quatre des six sous-domaines du E-SAM sont impliqués dans une séquence d'alignement.

De ces mécanismes d'alignement, dix séquences de nature planifiée ont été mises à jour. Elles impliquent quatre des six domaines et ont comme domaine impacté le domaine interne des T.I. Nous les classons selon la position du domaine d'ancrage (« business », « T.I. », « domaine d'application ») (cf. Figure 31).

Concernant les séquences émergentes, nous considérons qu'une séquence émergente peut être divisée en deux parties de sorte à se ramener à une séquence planifiée. Ainsi, toute séquence émergente va d'abord être constituée d'un ajustement stratégique inversé suivi d'une séquence planifiée. C'est pour cette raison que nous ne décrivons pas l'ensemble des séquences émergentes possibles.

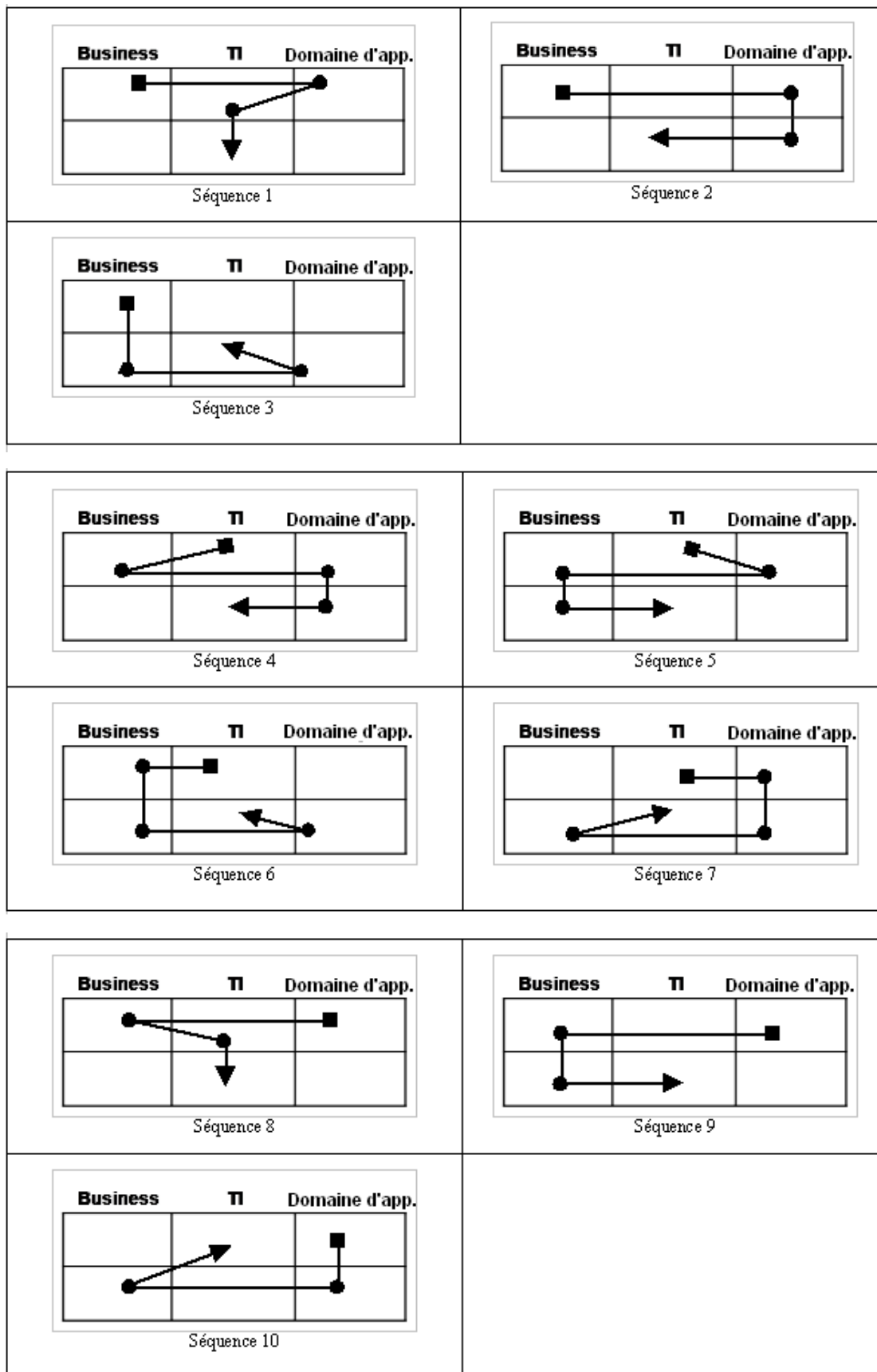


Figure 31 : Les dix séquences d'alignement étendu

2.2 Le modèle « multi-écrans »

Le modèle « multi écrans » vise à intégrer dans la construction de l’alignement l’analyse des évolutions potentielles à long terme (To-Be) des domaines impliqués (Business, T.I. et domaine d’application). Il s’agit d’un diagramme bidimensionnel donnant une vision synthétique de la dynamique d’évolution des sous-systèmes de l’organisation à travers le temps (cf. Figure 32).

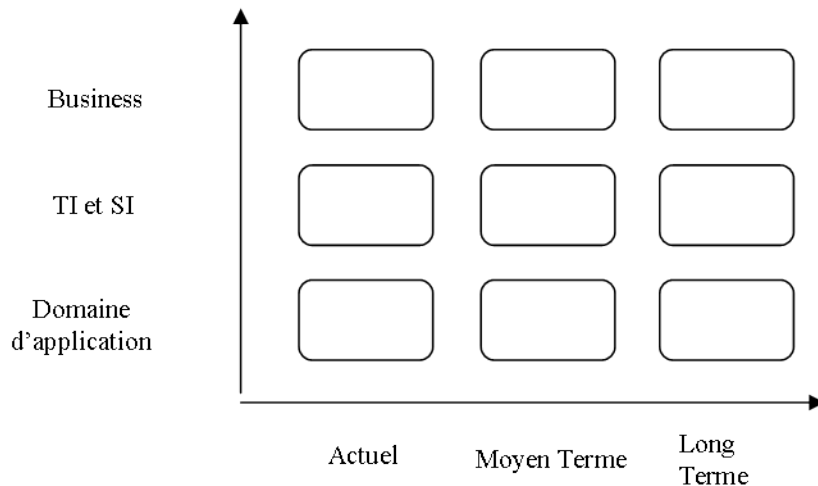


Figure 32. Modèle « multi-écrans » (adapté de (Goepp, 2008))

Nous définissons tout d’abord la vue statique de ce modèle de sorte à détailler le couplage structurel avec le E-SAM. Ensuite, nous nous attachons à la vue dynamique, qui est construite par analogie de concepts avec les séquences d’alignement du E-SAM. Pour le modèle « multi-écrans », elle représente des séquences d’évolution mettant en exergue la dynamique d’évolution dans la construction de l’alignement.

2.2.1 Vue statique

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 33).

Ceci conduit à définir trois classes d’éléments différents (cf. Figure 33) 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.

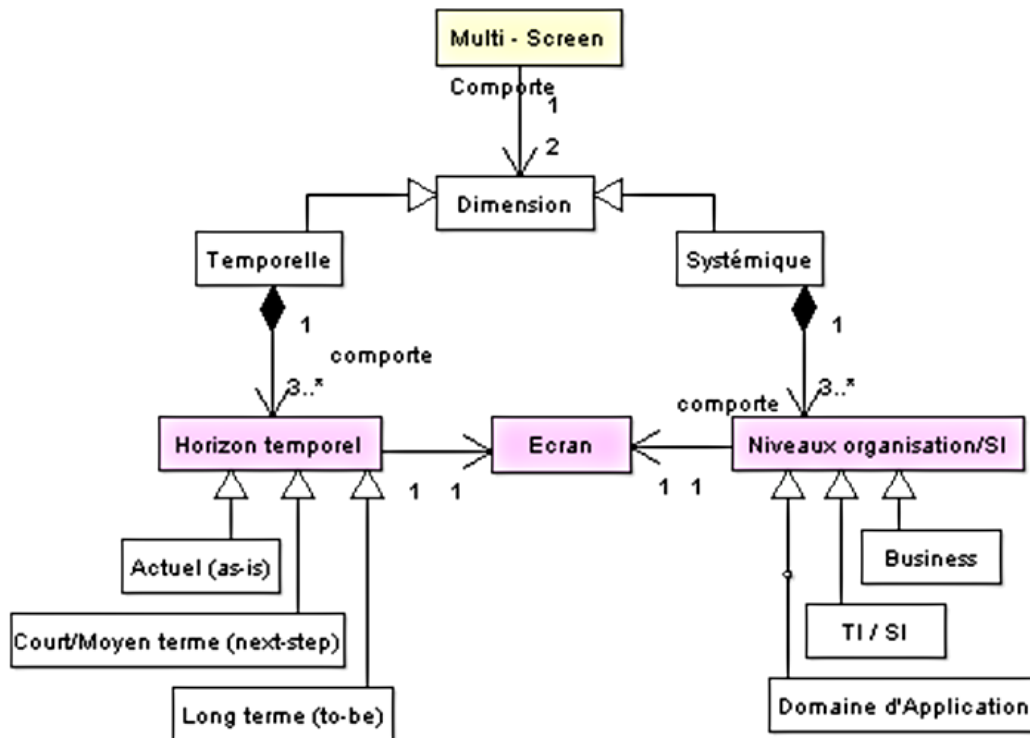


Figure 33 : Diagramme de classes des éléments de la structure du modèle « multi-écrans »

Des vues statiques du E-SAM et du modèle « multi-écrans », les principes d'utilisation conjointe suivant peuvent être déduits :

- « Domaines » E-SAM / « niveaux organisationnels » : 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 E-SAM 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 E-SAM (cf. Figure 34).
- « Composants » du E-SAM / « Ecrans » du modèle « multi-écrans » : un composant du E-SAM 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 E-SAM 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 S.I. à développer (cf. Figure 34). Ces décisions peuvent être décrites simplement de manière textuelle en langage naturel ou par l'utilisation de modèles tel que le BMM (The Business Rules Group, 2010) (cf. Figure 14).

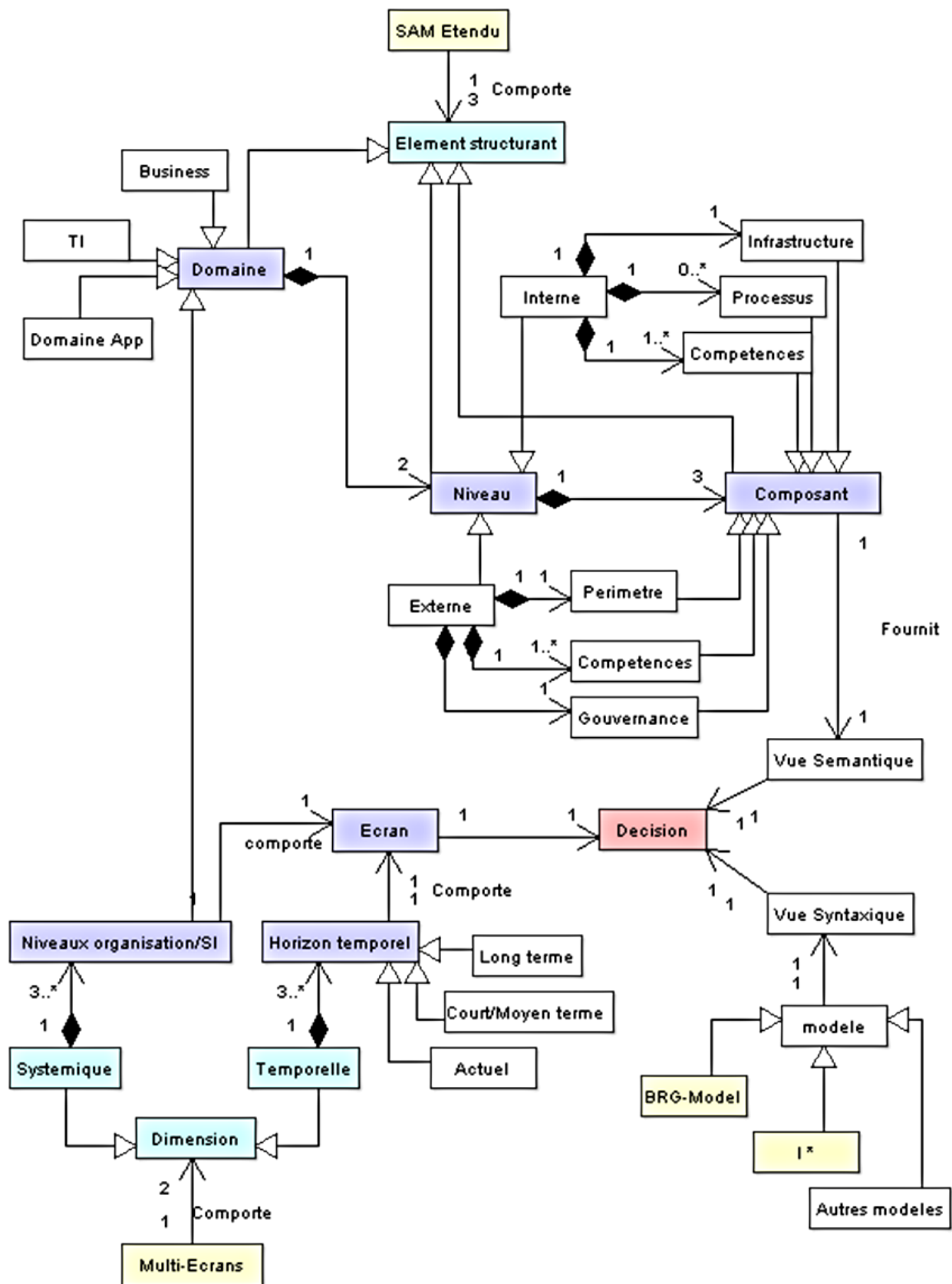


Figure 34. Diagramme de classes du partage des instances du SAM et du modèle « multi-écrans »

2.2.2 Vue dynamique

Concernant la vue dynamique du modèle « multi-écrans », nous proposons le concept de « séquence d'évolution ». 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 35) :

- *Ajustement systémique* : l'alignement de deux niveaux organisationnels (Business, S.I. 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.

Par analogie de concepts avec la classification des domaines des séquences d'alignement, un écran peut être classé d'après son rôle dans une séquence d'évolution en tant que (cf. Figure 35) :

- *Ecran 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.
- *Ecran 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.
- *Ecran impacté* : il correspond à l'écran affecté par les évolutions. C'est le point d'arrivée de la séquence d'évolution.

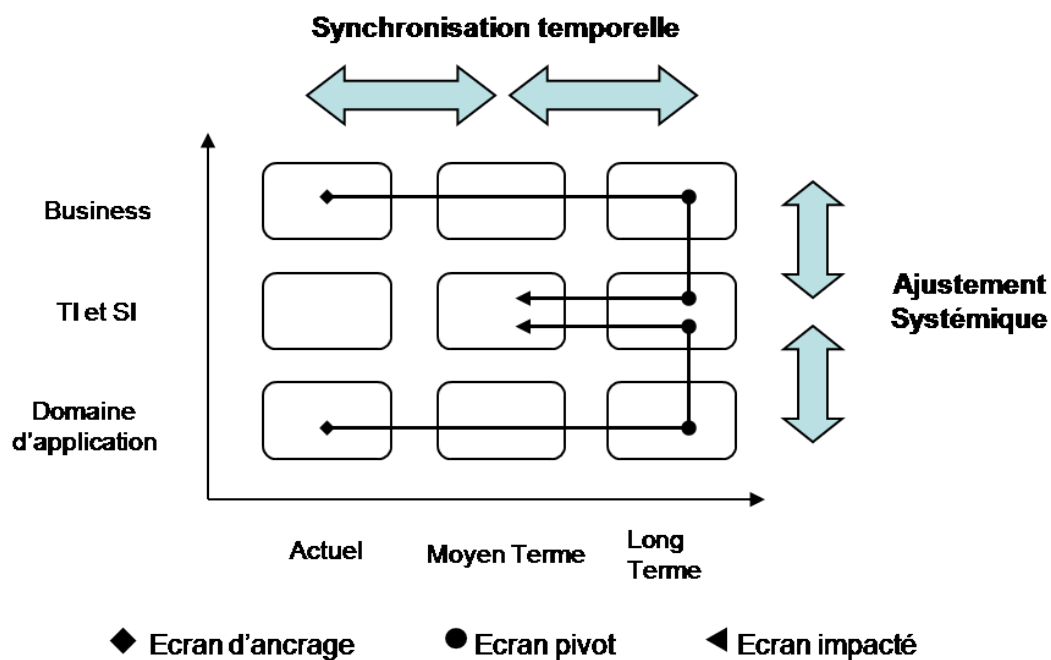


Figure 35 : Représentation des briques d'évolution et des rôles des écrans sur le modèle « multi-écrans »

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 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 les suivants :

- *Mécanisme d'évolution A* : l'écran d'ancrage potentiel prend toujours place dans l'horizon temporel « actuel » (As-Is) (première « colonne » - Figure 36). Cela permet en effet de repérer les contraintes d'évolution liées à l'existant pour la conception du S.I. Technique.
- *Mécanisme d'évolution B* : l'écran impacté correspond à l'écran décrivant le S.I. Technique à court/moyen terme dont l'alignement complet est l'objectif (écran « central » - Figure 36).
- *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, T.I./S.I.-Long terme (écrans remplis de cercles dans la Figure 36).
- *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 peuvent ne pas appartenir à la même séquence d'évolution.

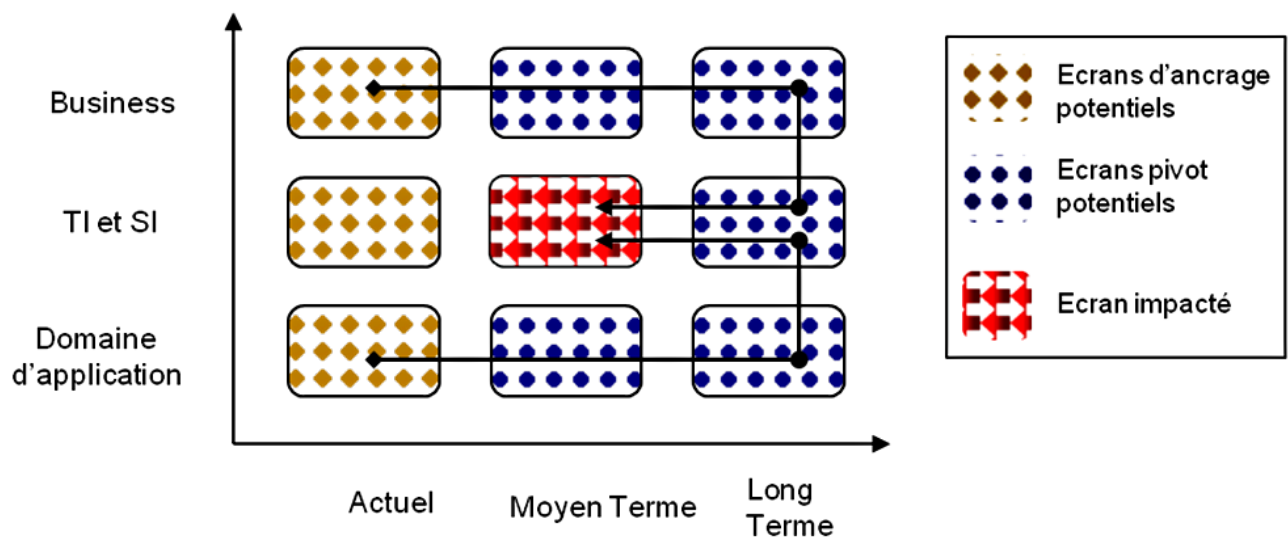


Figure 36 : Représentation des mécanismes d'évolution sur le modèle « multi-écrans »

2.3 La démarche de construction d'alignement complet

Les activités associées à la construction des modèles particuliers E-SAM et « multi-écrans » ont pour objectif de définir les séquences d'alignement et d'évolution à mettre en œuvre sur

un projet particulier de sorte à concevoir un S.I. aligné avec la stratégie, l'environnement et les évolutions incertaines. L'intérêt de notre méthode est de supporter une pluralité de séquences d'alignement qui, contrairement au SAM originel, ne sont pas considérées du point de vue des pratiques managériales mais des domaines à mettre en cohérence.

De plus, les modèles à construire permettent de faciliter le dialogues entre les différents intervenants du projet S.I.. Les cas d'utilisation de la Figure 37 représentent les besoins d'élicitation propres à chaque acteur. Une couleur a été attribuée à chaque cas d'utilisation afin de signaler le modèle qui pourrait le mieux supporter chaque besoin d'élicitation : blanc pour le E-SAM, violet (gris clair) pour le modèle « multi-écrans » et gris foncé lorsque les deux modèles sont adaptés. Ainsi, les concepts du E-SAM sont « parlant » pour les managers. Les concepts du modèle « multi-écrans » sont eux plus adaptés aux experts métier. Son caractère graphique a l'avantage de faciliter la construction d'une vision partagée de la situation.

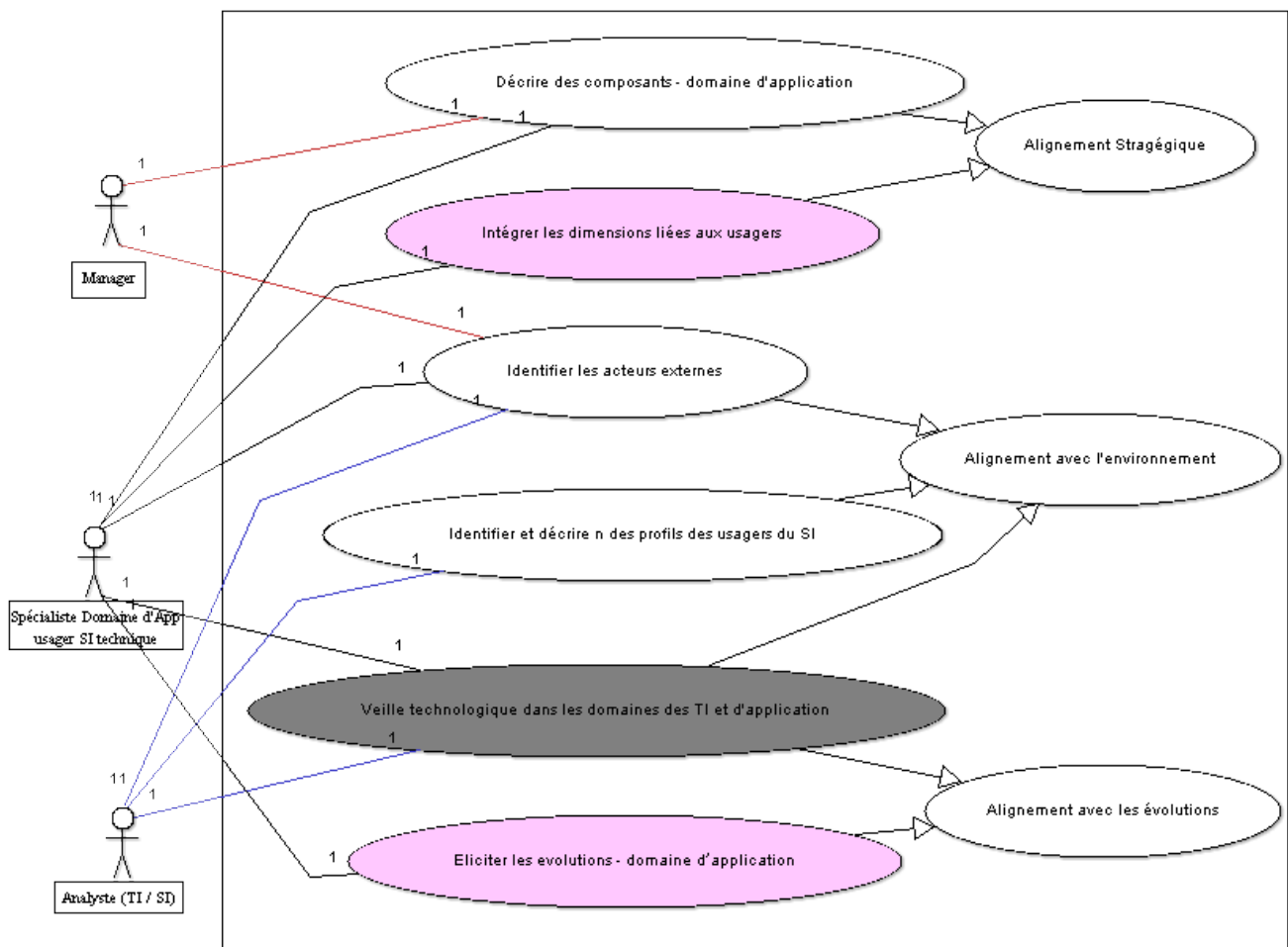


Figure 37 : vision globale des cas d'utilisation du E-SAM et du modèle « multi-écrans »

2.3.1 Démarche d'alignement complète

Nous proposons une démarche minimale d'alignement complète qui comporte quatre étapes. Pour la formaliser, nous utilisons un diagramme d'activités UML de la Figure 38. Cette proposition de démarche doit avant tout être perçue comme le cœur d'un processus de

construction de l'alignement complet des S.I. Techniques. Elle est bien sûr itérative, et relativement modulaire par la nature des interactions entre les modèles supports proposés.

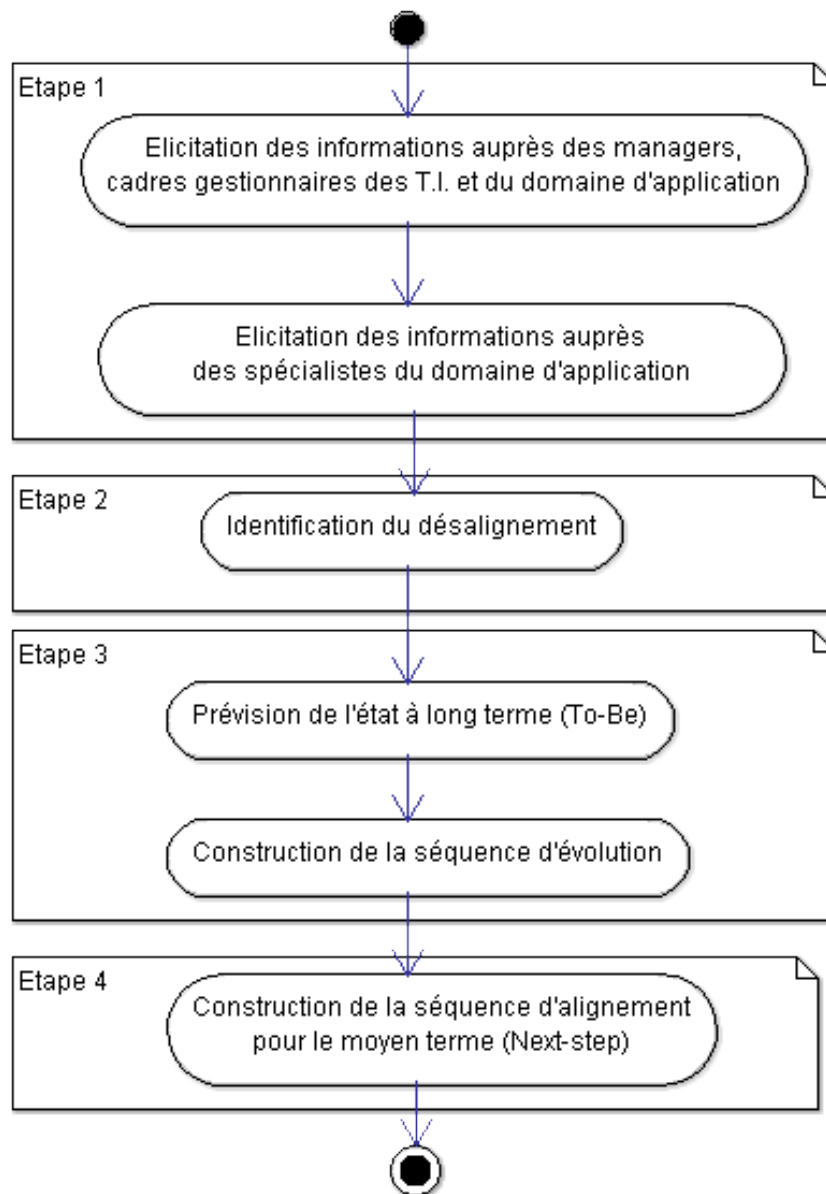


Figure 38 : Activités de la démarche minimale d'alignement de la méthode ATIS

2.3.1.1 Analyse de l'existant

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 en l'élicitation des informations utiles à l'alignement auprès de managers du Business ainsi que des cadres dirigeants des domaines d'application et des T.I.. 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 ou 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 E-SAM.

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 ». Un échange d'information entre les deux modèles particuliers construits est possible comme cela a été expliqué précédemment.

2.3.1.2 Détection du non-alignement

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 T.I. et d'application du E-SAM. Pour ce faire, nous proposons à l'analyste de construire la séquence d'alignement entre ces composants. Cela facilite l'observation des désalignements.

2.3.1.3 Prévision à long terme

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'évolution enchaînant les évolutions des niveaux organisationnels impliqués (cf. Figure 39). De même que pour les deux premières étapes de la démarche, un échange d'information entre les deux modèles est possible.

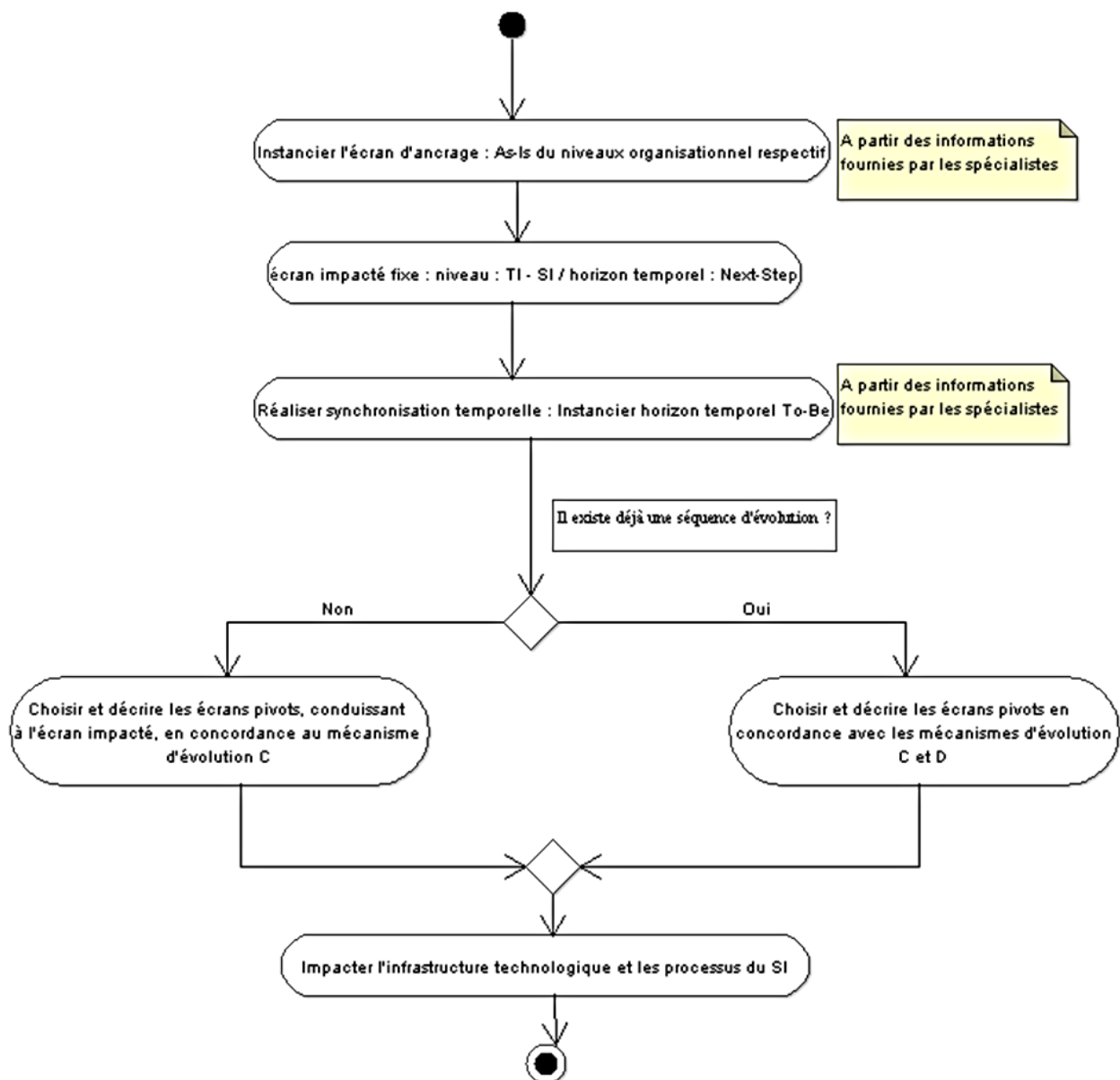


Figure 39 : Diagramme d'activité pour la création de séquences d'évolution

2.3.1.4 Construction de la séquence d'alignement

La quatrième étape, qui comporte une activité, consiste à construire, au niveau du E-SAM, une séquence d'alignement impactant le domaine interne des T.I. « infrastructure technologique et processus du S.I. » à court/moyen terme. La construction de la séquence est réalisée par l'analyste des T.I. à partir des informations déjà élicitées sur le E-SAM et le modèle « multi-écrans » pour la détection du désalignement (étape 2) et la construction de la séquence d'évolution (étape 3). La construction de la séquence s'appuie sur le diagramme d'activité de la Figure 40 et exploite les dix séquences d'alignement étendu décrites en Figure 31.

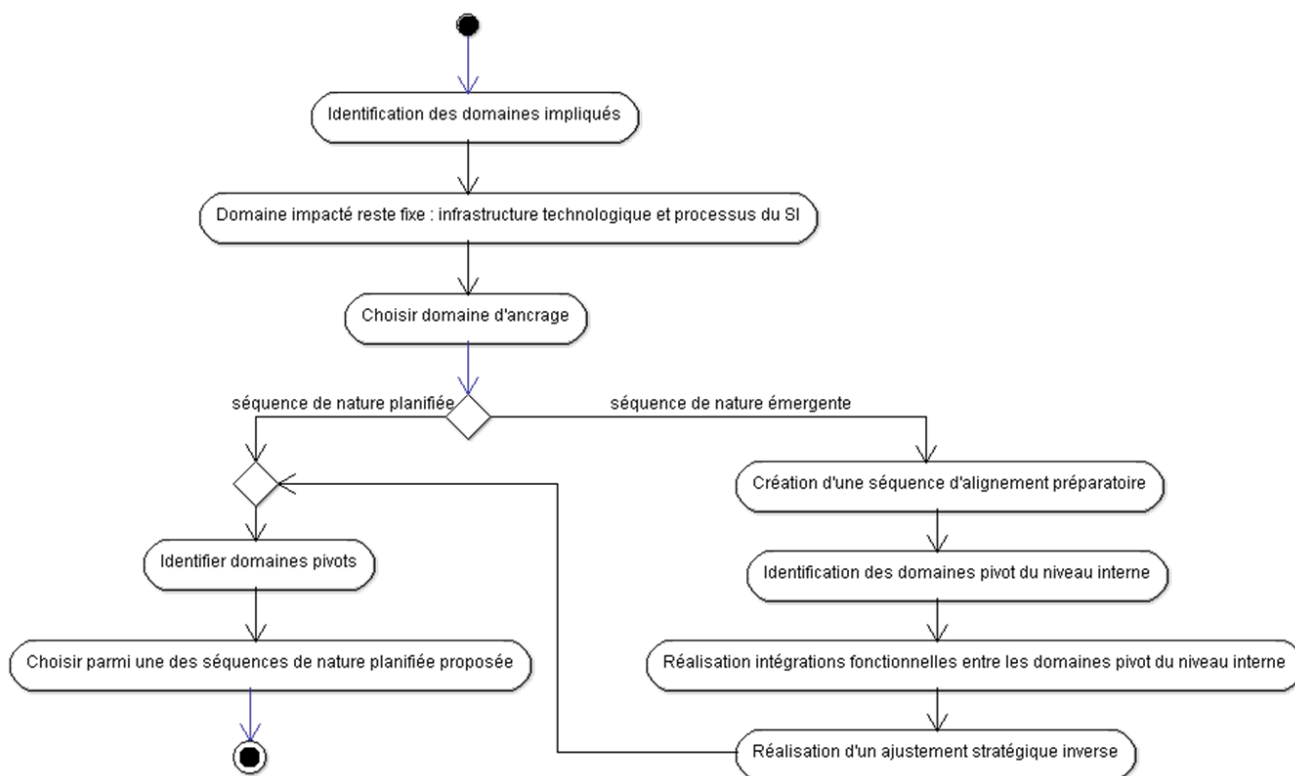


Figure 40 : Diagramme d'activité pour la création des séquences d'alignement

3 Production scientifique relative à l'axe 1

3.1 Production relative au cadre d'analyse

Le cadre d'analyse des approches de construction de l'alignement des S.I. en général a été construit à partir des principaux concepts théoriques d'alignement mis à jour dans la littérature. Il a été utilisé pour passer en revue neuf approches d'alignement. Les résultats de l'application de la grille sont utilisés afin de donner une image structurée des approches et de mettre en avant les points de vue d'alignement nécessitant des travaux complémentaires.

Le tableau ci-dessous identifie les publications relatives à cette grille. Les codes utilisés sont ceux de l'AERES à savoir ACL (Article à Comité de Lecture), ACLN (ACL National), C-ACTI (Congrès Internationaux avec actes) et C-ACTN (Congrès Nationaux avec Actes).

	Objectifs	Publications
Cadre d'analyse des approches de construction de l'alignement « complet » des S.I.	Mécanismes sous-jacent à chaque point de vue d'alignement Description structurée des approches Mise à jour d'axes de travail	C-ACTN.6, ACLN.2 C-ACTI.8, ACL.5

Tableau 9 : Production scientifique relative au cadre d'analyse des approches de construction de l'alignement des S.I.

3.2 Production relative à la méthode ATIS

La méthode ATIS permet la construction de l'alignement complet. Elle est supportée, comme nous l'avons vu, grâce à deux modèles spécifiques le E-SAM d'une part, et le modèle « multi-écrans » d'autre part. Ils permettent le traitement des alignements avec l'environnement et les évolutions incertaines. Le premier point de vue l'est en mettant le domaine d'application du S.I. technique en exergue (conception ou production). Le second l'est par la prise en compte d'horizons temporels autres que l'existant et le futur système à implanter.

La construction des modèles E-SAM et « multi-écrans » particuliers est supportée par une démarche minimale permettant la construction de séquences d'alignement et d'évolution pour le S.I. étudié.

L'ensemble de nos propositions a été mise en œuvre sur des cas d'étude réels.

Les publications relatives à la méthode ATIS sont synthétisées dans le Tableau 10.

	Objectifs	Publications
Modèle « multi-écrans »	Le modèle « multi-écrans » pour l'alignement stratégique macroscopique des S.I. support à la production	C-ACTI.6, C-ACTI.7, C-ACT.10 ACL.3
Modèle E-SAM	Méta-modèle du SAM (statique et dynamique) Définition des domaines production et conception Définition des séquences d'alignement étendu	C-ACTN.7 C-ACTI.9
ATIS	Description E-SAM Description du modèle « multi-écrans » Description des activités de la méthode	C-ACTF.5 ACL.8

Tableau 10 : Production scientifique relative à la méthode ATIS

B.4 INSTRUMENTATION DE LIENS D'ALIGNEMENT PARTICULIERS

L'axe 2 *Instrumentation de liens d'alignement particuliers* s'attache à offrir des moyens opérationnels pour réaliser l'intégration fonctionnelle au niveau interne de certains types de S.I. L'alignement au niveau interne est la condition sinequanone pour que les S.I. conçus répondent aux besoins des utilisateurs et supportent correctement les processus associés.

Nous nous intéressons au cas des S.I. à base de progiciels tels que les ERP (Enterprise Resource Planning) et des S.I. support à la conception de type KMS (Knowledge Management Systems). Dans le premier cas, la relation d'alignement est formalisée par confrontation de modèles et associée à une gestion de risques. Dans le second cas, la relation d'alignement s'appuie sur des modèles de référence du domaine d'application.

1 Le cas des ERP ou comment gérer le risque de non-alignement

Les travaux relatifs à la gestion de l'alignement entre les fonctionnalités standards d'un ERP et les besoins réels de l'entreprise ont été développés dans le cadre d'une collaboration avec le laboratoire DISP⁸ de l'INSA de Lyon. Ces travaux ont fait l'objet d'un projet BQR⁹ inter-INSA en 2008 qui a été poursuivi par la co-direction de la thèse de Sarra Mamoghli de 2009 à 2012. Cette thèse a bénéficié d'une bourse de valorisation de la Région Alsace avec une PME de la Région Alsace.

Dans ce cadre deux approches complémentaires de gestion du risque de non-alignement ont été proposées : (i) « Model driven ERP alignment » agissant sur l'effet et (ii) « Risk factor driven ERP alignment » agissant sur l'occurrence de ce risque. Nous les présentons l'une après l'autre après avoir fait le point sur la problématique d'alignement des ERP.

1.1 ERP et alignement

1.1.1 Marché des progiciels et des ERP

Les S.I. sont de nos jours de plus en plus basés sur des progiciels encore appelés “*off-the-shelf products*” - « produits sur étagère » en français. En effet, le cabinet de recherche et de conseil Gartner¹⁰ prévoyait une croissance annuelle moyenne du marché mondial des progiciels entre 2010 et 2014 d'environ 6% pour atteindre 297 milliards de \$ en 2014 soit environ 241 milliard d'€ Parmi ces progiciels, on compte les ERP (“*Enterprise Resource Planning*”)

⁸ Laboratoire Décision et Information pour les Systèmes de Production – EA 4570

⁹ Bonification Qualité Recherche

¹⁰ <http://www.journaldunet.com/solutions/dsi/marche-mondial-du-progiciel-2009-2014.shtml>

encore appelés Progiciel de Gestion Intégré (PGI) en français. Le groupe mondial de recherche et d'étude IDC (IDC, 2012) montre que le marché français représentait environ 2250 milliards d'euros en 2011. Il est en prévision de croissance constante à partir de 2013 pour atteindre environ 2550 milliards d'euros en 2015 (cf. Figure 41).

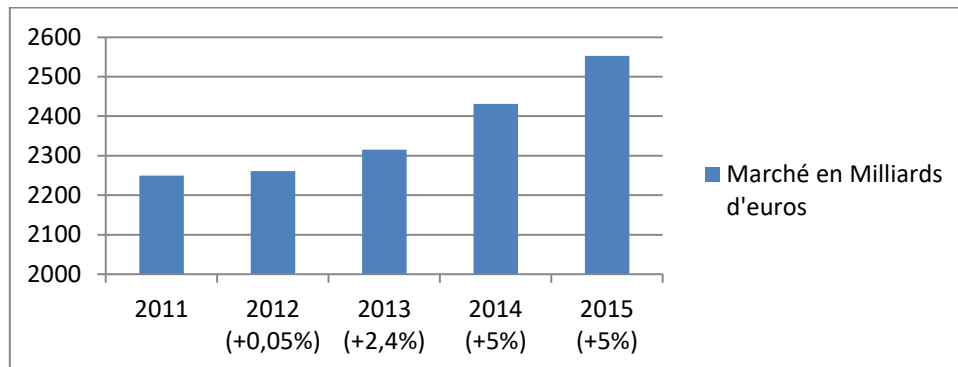


Figure 41 : Croissance du marché français des ERP de 2011 à 2015 (inspiré de (IDC, 2012))

Selon Botta-Genoulaz (2006), un ERP est *“an integrated software package composed by a set of standard functional modules (Production, Sales, Human Resources, Finance, etc.), developed or integrated by the vendor, which can be adapted to the specific needs of each customer. It attempts to integrate all departments and functions across accompany onto a single computer system that can serve all those different departments’ particular needs”*. Nous le traduisons en : « l'ERP est un progiciel de gestion intégré composé d'un ensemble de fonctions standards (Production, Ventes, Ressources Humaines, Finances, etc.), développées ou intégrées par le fournisseur, qui peuvent être adaptées aux besoins spécifiques de chaque client. Il vise à intégrer tous les départements et toutes les fonctions d'une entreprise sur un système informatique unique qui peut servir tous les besoins particuliers de ces différents départements. »

1.1.2 Cycle de vie d'un projet ERP

Contrairement aux projets de mise en place de logiciels conçus spécifiquement, le projet d'implantation de l'ERP demande à l'entreprise un effort d'arbitrage et d'adaptation fonctionnels et organisationnels. En effet, une des caractéristiques principales des ERP est sa généricité et sa préexistence en dehors du contexte de l'entreprise dans laquelle il va être mis en place. Dans ce cadre, l'alignement fait référence à la capacité de gérer la correspondance entre les fonctionnalités standards de l'ERP et les besoins réels de l'entreprise. Selon Davenport (1998) ; Swan (1999) ; Iskanius (2009), l'incapacité à gérer l'alignement est une des raisons majeures de l'échec d'un projet ERP.

Un projet ERP comprend généralement trois grandes phases : (i) la pré-implantation, (ii) l'implantation et (iii) la post-implantation. La pré-implantation consiste à définir les besoins et objectifs stratégiques, à sélectionner un progiciel et à lancer le projet à proprement parler. La phase d'implantation consiste à configurer l'ERP dans l'environnement technique de l'entreprise : l'ERP devient l'ERP installé (Millet, 2008). Les décisions prises pour chaque domaine fonctionnel, lors de l'adéquation, sont intégrées et testées c'est-à-dire que l'ERP est

paramétré et adapté. Ensuite vient l'étape de mise en production où les utilisateurs prennent la main. Le projet se clôt avec la post-implantation où on s'assure, en parallèle, du fonctionnement correct de l'ERP et de la résolution des derniers dysfonctionnements. C'est au cours de cette phase qu'apparaissent les non-alignements.

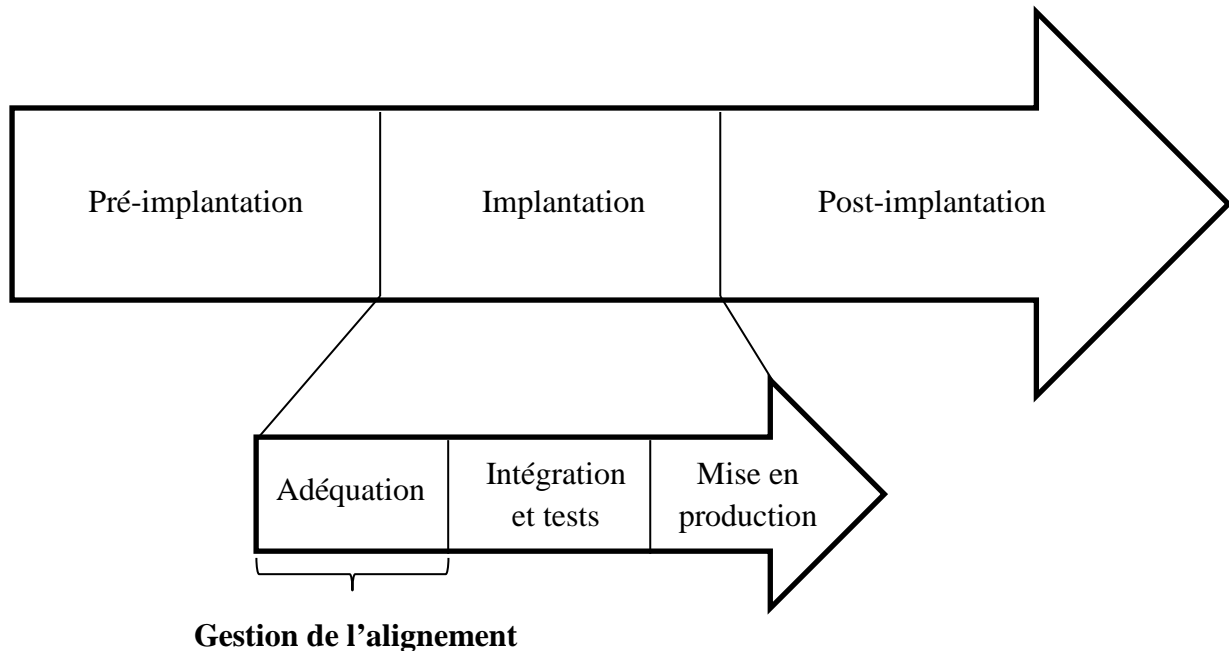


Figure 42 : Cycle de vie d'un projet ERP et place de l'alignement

Le choix du progiciel influence bien évidemment la gestion de l'alignement. Dans nos travaux, en considérant l'ERP choisi, nous ne prenons pas en compte cette étape. Ainsi, nous nous focalisons sur l'étape d'adéquation au cours de laquelle il s'agit de gérer au plus tôt l'alignement.

1.1.3 L'alignement dans le cas des ERP

Les travaux traitant de la construction de l'alignement dans le cas des ERP tels que (Prakash, 2001 ; Darras, 2004 ; Soffer, 2005 ; Wu, 2007 ; Tserng, 2010) sont des processus itératifs d'identification / construction basés sur la confrontation de modèles et la prise de décision. Ils peuvent être définis finement de la manière suivante :

- Les entités prises en compte sont les processus tels que souhaités par l'entreprise et les processus standards de l'ERP.
- Ces entités sont représentées sous forme de modèles :
 - un modèle pour les processus souhaités : “*model of the enterprise requirement*” (Soffer, 2005), “*customer requirements model*” (Prakash, 2001), “*future requirements*” (Tserng, 2010), “*firms requirement*” (Wu, 2007), « Modèle particulier de l'entreprise » (Darras, 2004)
 - un modèle pour les processus standards : “*model of the ERP system capabilities*” (Soffer, 2005), “*ERP system requirements model*” (Prakash,

2001), “ERP modules“ (Tserng, 2010), “capabilities of the candidates“ (Wu, 2007), « Modèle de référence » (Darras, 2004)

- Les modèles permettent la formalisation des alignements et non-alignements potentiels. L’objectif est la mesure de l’alignement ou du non-alignement pour ensuite construire l’alignement. Plus exactement (cf. Figure 43) :
 - L’alignement ou le non-alignement potentiel sont mesurés par confrontation (“*matching*“) des éléments de deux modèles pour identifier les situations d’alignement ou de non-alignement (“*matches*“, “*mismatches*“, “*gaps*“). Une situation d’alignement est une relation d’équivalence concernant un sous-ensemble d’éléments des deux modèles. La confrontation consiste à se demander, pour chaque élément du premier modèle, si cet élément a une équivalence dans le second. Si c’est le cas, les deux modèles seront alignés pour cet élément. Une situation d’alignement est identifiée. Par exemple, c’est le cas si l’élément « activité X » existe dans les deux modèles. Le jugement de cette équivalence repose généralement sur celui de l’expert du domaine considéré. Ainsi, par exemple, il va estimer que le terme « gérer » est équivalent au terme « traiter ».
 - L’alignement est construit (“*aligning*“) pour une situation de non-alignement par la prise de décision. Prenons l’exemple de l’activité Z. Comme le montre la Figure 43, elle n’existe que dans le premier modèle. La décision sera soit d’aligner le second modèle au premier modèle en conservant l’activité Z, soit d’aligner le premier modèle au second modèle en abandonnant l’activité Z.

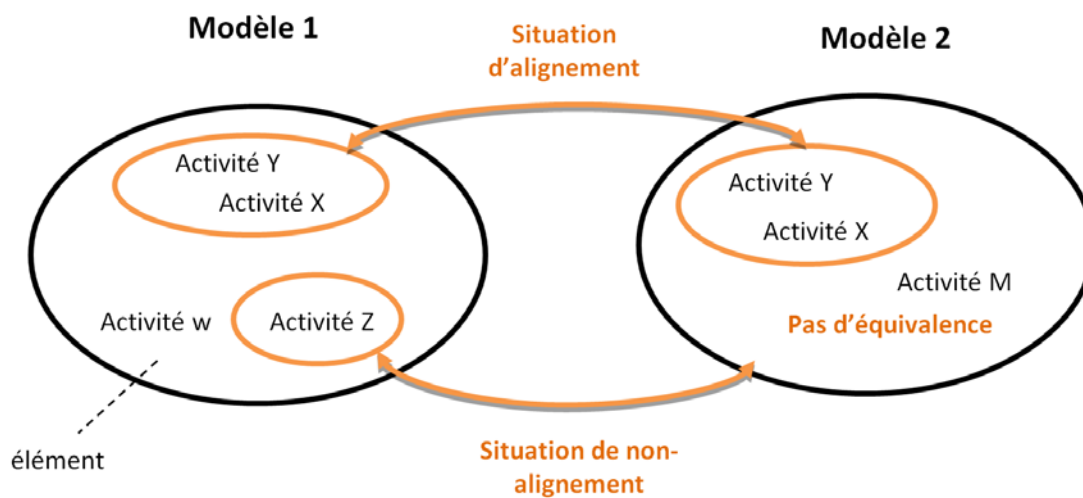


Figure 43 : Schématisation des situations d’alignement et de non-alignement

1.1.4 Le risque de non-alignement

Le non-alignement, qui est ici considéré comme un résultat indésirable, peut être traité comme un risque que nous appelons le Risque de Non Alignement et qui est défini de la manière suivante :

Le Risque de Non-Alignement (RNA) est la probabilité du non-alignement associée à la perte du non-alignement s'il a lieu. Il s'agit de la probabilité que les processus mis sous contrôle de l'ERP ne soient pas alignés aux besoins réels de l'entreprise vis-à-vis de ces processus, associée à la perte du non-alignement s'il a lieu.

Ce risque peut être caractérisé, selon Gourc (2006), par deux plans orthogonaux (cf. Figure 44) :

- l'espace d'occurrence : représentant l'événement cause, l'événement perturbateur influençant le résultat indésirable et l'événement conséquence,
- l'espace des effets : représentant l'événement perturbateur, le résultat indésirable et l'impact du résultat indésirable.

L'événement perturbateur qui induit le résultat indésirable lié au RNA est la prise de mauvaises décisions ou la non-prise de décision face aux situations de non-alignement entre les processus standards de l'ERP et les processus souhaités par l'entreprise. Par « mauvaise décision », nous entendons : prendre des décisions inconsciemment ou ne pas les prendre en toute connaissance de cause.

Les événements sont inscrits dans une chaîne de causalité. L'événement consistant à choisir de mettre en place un ERP implique de mettre en place une gestion de projet. Des événements liés aux activités même du projet ou ceux liés au contexte de l'entreprise peuvent être des événements causes, eux-mêmes source de l'événement perturbateur associé au RNA (cf. Figure 44, espace d'occurrence du RNA). Ainsi, par exemple, l'entreprise va choisir des consultants. S'ils sont incompetents, ils pourraient mal modéliser ou mal comprendre les besoins réels de l'entreprise. Les décisions ne seraient donc pas prises correctement.

Cet événement perturbateur va entraîner un résultat indésirable, le non-alignement, qui aura comme impact une perte de performance pour l'entreprise (voir la Figure 44, espace des effets du RNA).

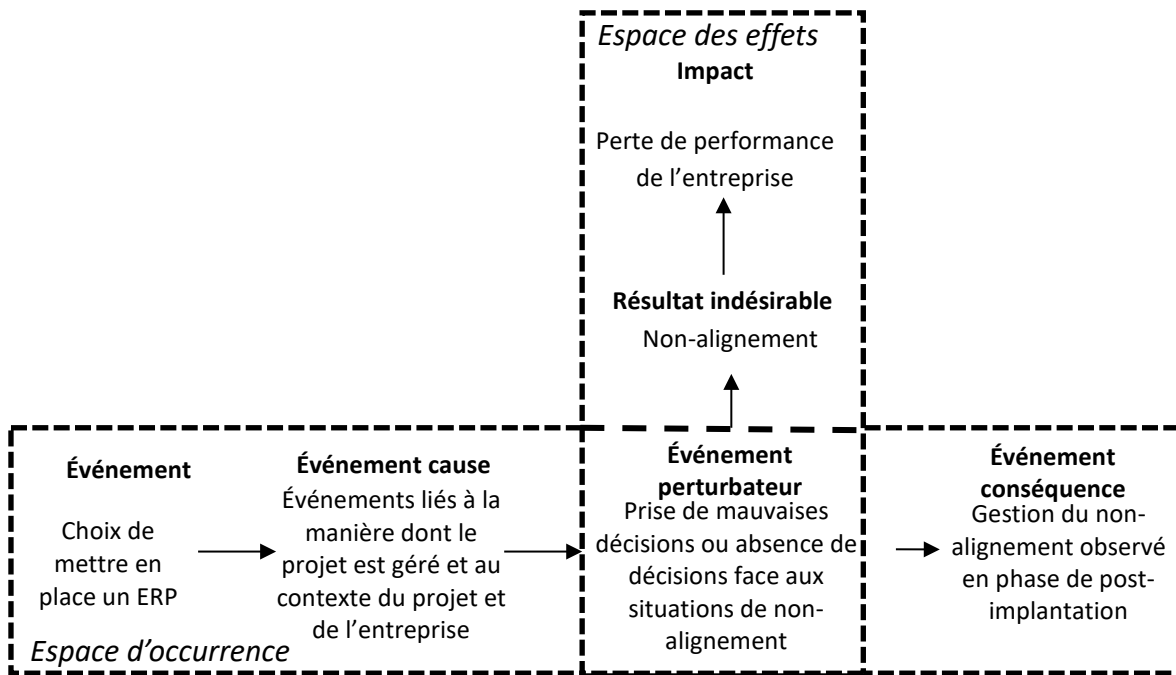


Figure 44 : Espace d'occurrence et des effets du RNA, inspiré des travaux de (Gourc, 2006)

La littérature en gestion et management des risques est riche et largement normalisée. Pour le RNA, nous nous intéressons à son traitement c'est-à-dire au « processus de sélection et de mise en œuvre des mesures visant à modifier le risque » (ISO/IEC Guide 73:2002 (E/F), 2002). Selon la norme, les mesures de traitement « peuvent inclure le refus du risque, son optimisation, son transfert ou la prise de risque ». Ces mesures peuvent agir sur l'effet et/ou l'occurrence et ce de manière pré-anticipative, anticipative ou corrective. Une stratégie de traitement est la combinaison d'une mesure et d'un instant de mise en œuvre (cf. Figure 45).

Compte tenu de la nature du RNA, il ne peut être refusé ou transféré car l'ERP est par nature standard. Or, nous ne voulons pas prendre le risque et donc appliquer la mesure correspondante. La seule mesure qui s'applique est donc l'optimisation que nous voulons appliquer à l'effet et à l'occurrence et ce de manière anticipative car il vaut mieux agir avant l'occurrence du non-alignement. En d'autres termes, il s'agit de minimiser les conséquences négatives et leur probabilité d'occurrence.

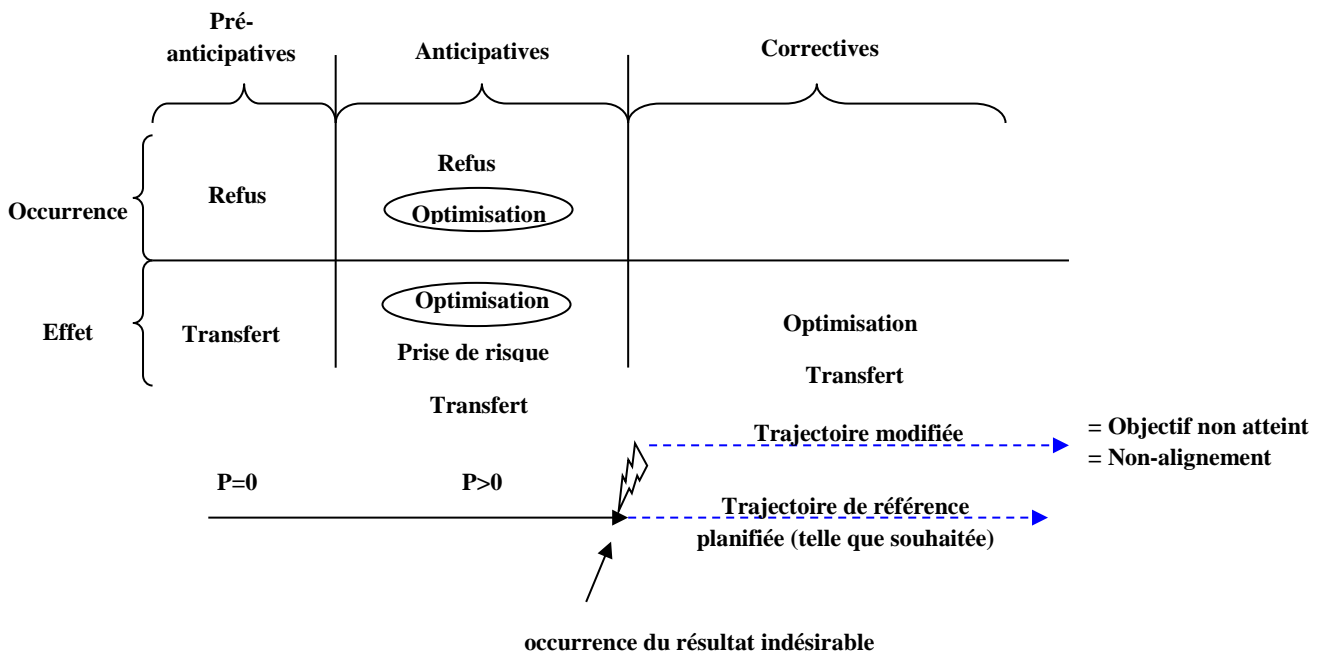


Figure 45 : Stratégies de traitement du risque en fonction de la dimension et de l'instant

La mise en œuvre de ces stratégies anticipatives passe par la maîtrise de l'espace des effets et de l'espace de l'occurrence. Pour le premier, il s'agit d'aider les décideurs à avoir le contrôle sur le résultat indésirable et son effet, c'est-à-dire la perte de performance pour l'entreprise associée à ce résultat indésirable. Pour ce faire nous proposons la méthode « Model driven ERP alignment » qui permet : (i) d'identifier le non-alignement potentiel par la confrontation des modèles des fonctionnalités standards et des besoins réels ; (ii) d'évaluer l'effet du non-alignement et (iii) de construire le modèle des processus à mettre sous contrôle de l'ERP. Pour l'espace d'occurrence du RNA, il s'agit de se concentrer sur les événements causes car ils sont à l'origine de l'événement perturbateur qui va induire le non-alignement. Pour ce faire, nous proposons l'approche « Risk factor driven ERP alignment » qui permet la gestion des facteurs de risque qui influencent ces événements causes en y appliquant des pratiques de gestion adéquates.

1.2 « Model driven ERP alignment »

La méthode d'ingénierie dirigée par les modèles « Model Driven ERP Alignment » constitue un moyen pour mettre en œuvre la stratégie d'optimisation anticipative agissant sur l'effet du RNA durant l'étape d'adéquation du projet ERP. Cette méthode consiste en un processus d'alignement de modèles qui vise à combler les manques des méthodes existantes en permettant :

- d'identifier finement les situations d'alignement et de non-alignement entre les modèles des processus souhaités par l'entreprise et ceux que l'ERP propose en standard,
- construire progressivement et de manière guidée le modèle TO-BE en couplant critères d'évaluation et prise de décision.

1.2.1 Vue macroscopique du processus d'alignement

Le processus d'alignement que nous proposons est présenté de manière macroscopique dans la Figure 46. Les quatre modèles entrant en jeu dans ce processus sont repris des méthodes existantes d'ingénierie dirigée par les modèles. Ils peuvent être décrits de la manière suivante :

- Le modèle AS-IS permet la représentation des processus existants de l'entreprise.
- Le modèle AS-WISHED permet la représentation des processus souhaités par l'entreprise : ce sont ses besoins exprimés pour lesquels nous faisons l'hypothèse qu'ils correspondent bien aux besoins réels.
- Le modèle MIGHT-BE permet la représentation de la solution offerte par l'éditeur c'est-à-dire des processus standards de l'ERP. Ce modèle contient différentes alternatives du fait du caractère paramétrable de l'ERP.
- Le modèle TO-BE permet la représentation des processus qui seront réellement implantés à l'issue du projet ERP au sein du S.I. ERP.

Les langages de modélisation utilisés pour représenter ces modèles sont des formalismes classiques tels que UML.

Vues de modélisation
(norme ISO 19439)

Phases du cycle de vie du modèle TO-BE
(norme ISO 19439)

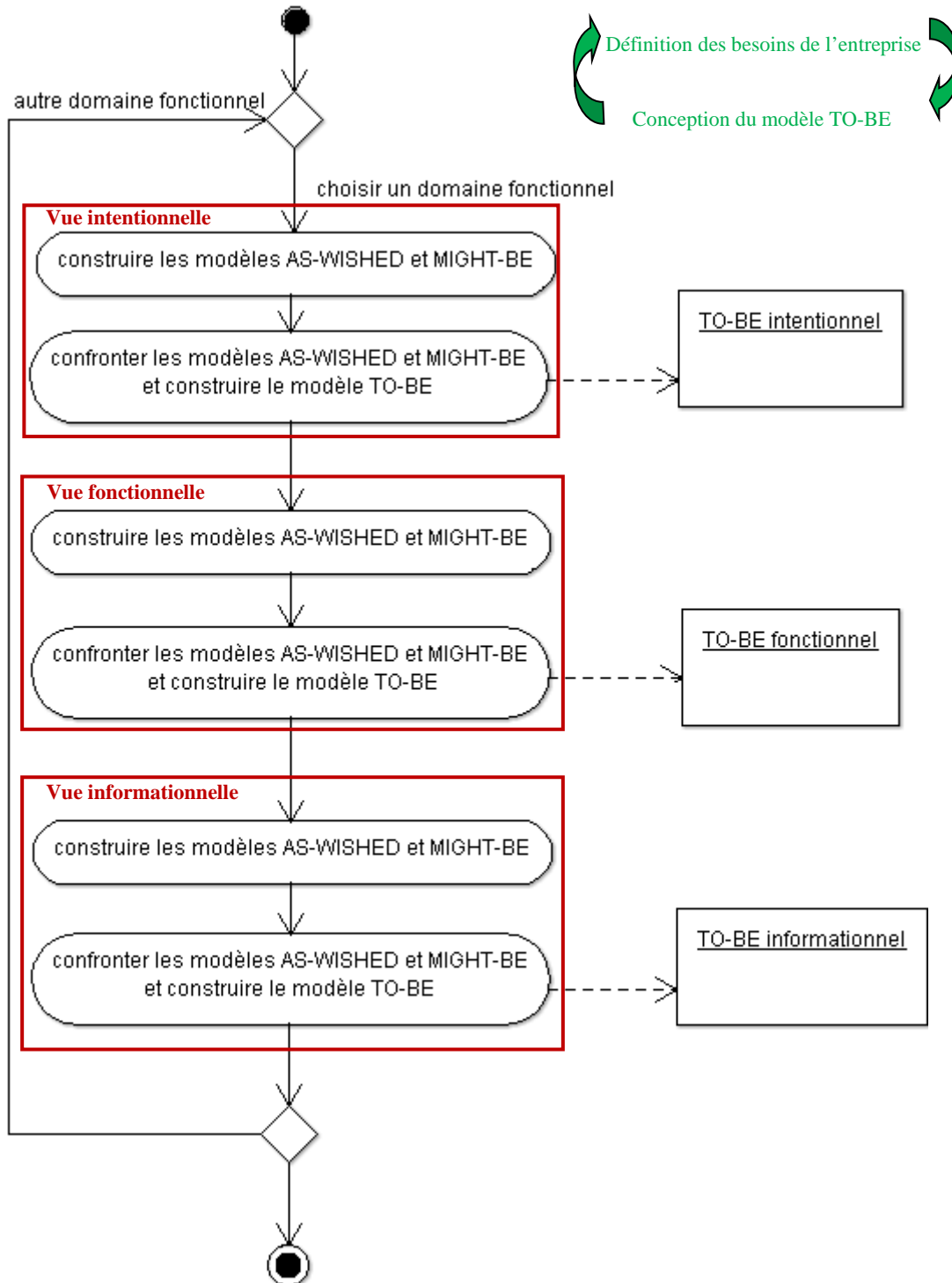


Figure 46 : Processus d'alignement macroscopique de la méthode « Model driven ERP alignment »

Le processus d'alignement est un enchaînement d'activités de construction / confrontation de modèles et de prise de décision. Il est structuré autour des vues de modélisation suivantes : intentionnelle, fonctionnelle et informationnelle. La confrontation des modèles permet d'identifier les situations d'alignement ou de non-alignement auxquelles un panel détaillé de décisions est associé. La prise de décision est guidée par une évaluation de l'effet du non-alignement. Outre les décisions nécessaires à la construction du modèle TO-BE d'une vue donnée, nous proposons d'y ajouter, le cas échéant, une décision de « complément à la conduite du changement ». Elle met l'accent sur les actions à entreprendre lorsque le modèle TO-BE n'est pas construit à l'image du modèle AS-WISHED. Contrairement aux méthodes existantes étudiées, les vues de modélisation sont prises en compte dans un ordre privilégié permettant une construction itérative du modèle TO-BE pour l'ensemble des vues. En effet, les décisions relatives à la construction du modèle TO-BE d'une vue donnée sont capitalisées pour construire le modèle TO-BE de la vue de modélisation suivante. Nous proposons d'appliquer le processus d'alignement domaine par domaine conformément à la norme ISO 19439 (2006). Les interdépendances des processus au sein d'un domaine donné sont exploitées pour prendre les décisions de manière conjointe et cohérente. Les modèles à confronter, AS-WISHED et MIGHT-BE, peuvent être construits en parallèle ou l'un après l'autre. La construction du modèle AS-IS n'apparaît pas explicitement dans notre proposition mais est néanmoins utile pour analyser l'existant et servir de base à la construction du modèle AS-WISHED. Les activités du processus d'alignement sont les suivantes :

- *Construire la vue intentionnelle des modèles AS-WISHED et MIGHT-BE* pour l'ensemble des processus pour un domaine donné. Ainsi, à chaque but formulé est associé un processus d'entreprise.
- *Confronter les construits de la vue intentionnelle des modèles AS-WISHED et MIGHT-BE* but par but. Cela permet l'identification des situations d'alignement et de non-alignement pour cette vue. Pour chaque but, trois situations sont possibles : (i) soit il y a équivalence du but dans les deux modèles, (ii) soit le but existe uniquement dans le modèle MIGHT-BE (but découvert) et (iii) soit le but existe uniquement dans le modèle AS-WISHED (but non satisfait). Une décision est associée à chaque situation identifiée pour construire progressivement la vue intentionnelle du modèle TO-BE.
- *Construire la vue fonctionnelle des modèles AS-WISHED et MIGHT-BE* pour tous les processus associés aux buts formulés dans le modèle TO-BE intentionnel. La construction de cette vue pour l'ensemble des processus permet l'identification des interdépendances entre processus au sein du domaine considéré.
- *Confronter les construits de la vue fonctionnelle des modèles AS-WISHED et MIGHT-BE* processus par processus en trois étapes : (i) d'abord les processus associés aux buts non satisfaits (absents du modèle MIGHT-BE et modélisés dans le TO-BE à l'image du modèle AS-WISHED), (ii) puis les processus associés aux buts équivalents et enfin (iii) les processus associés aux buts découverts (absents du modèle AS-WISHED et modélisés dans le TO-BE à l'image du modèle MIGHT-BE). Cela permet l'identification des situations d'alignement et de non-alignement au niveau de la vue fonctionnelle pour chaque processus. A chaque situation identifiée est associée une décision. Cela détermine les processus mis sous contrôle de l'ERP pour construire progressivement le modèle TO-

BE fonctionnel. Avant de prendre une décision pour les activités d'un processus, il est possible de les modéliser à un niveau de granularité plus fin. Le modèle TO-BE obtenu pour cette vue oriente alors la construction de la vue informationnelle.

- *Construire la vue informationnelle des modèles AS-WISHED et MIGHT-BE.*
- *Confronter les construits de la vue informationnelle des modèles AS-WISHED et MIGHT-BE pour chaque entrée / sortie. Cela permet l'identification des situations d'alignement et de non-alignement pour cette vue. A chaque situation identifiée est associée une décision permettant de construire progressivement le modèle TO-BE informationnel.*

La prise de décision associée à la construction des différentes vues du modèle se structure autour d'un jeu de décisions (cf. Tableau 11) et de critères. Les critères que nous proposons de prendre en compte sont : le coût, l'intérêt pour l'entreprise, l'intégrité de l'intégration et la cohérence du modèle TO-BE en cours de construction liée à l'analyse des interdépendances lors du traitement de la vue fonctionnelle.

Décisions	Variantes
D1 : Paramétrage	/
D2 : Développement spécifique dans l'ERP	Modification des lignes de code
	Ajout de lignes de code
D3 : Ajout d'une brique applicative	Interfaçage d'un progiciel avec interface prévue
	Interfaçage d'un progiciel sans interface prévue
	Interfaçage d'un logiciel développé spécifiquement
D4 : Support manuel	/
D5 : Abandon	/
D6 : Complément à la conduite de changement	/

Tableau 11 : Les décisions et leurs variantes

Contrairement aux méthodes existantes, il y a un guidage fin entre la situation de non-alignement, définie en termes de construits confrontés, et la décision à prendre. Le panel de décisions est lui aussi plus complet puisque l'aspect conduite du changement est pris en compte.

1.2.2 Processus d'alignement et norme ISO 19439

Le processus d'alignement proposé respecte les trois dimensions de la norme (ISO 19439, 2006) définies dans la Figure 3.

De manière générale, prendre en compte les vues de modélisation permet de filtrer les observations du monde réel en mettant l'accent sur certains aspects qui sont pertinents par rapport aux objectifs et contexte de modélisation. Cela permet de structurer la construction et la confrontation des modèles mais aussi et surtout de rendre la construction de l'alignement plus efficace. Nous prenons en compte trois vues :

- La vue intentionnelle, basée sur le concept de but, permet de se concentrer sur les objectifs sans s'attacher immédiatement à la manière de les satisfaire. Il est donc possible d'identifier, dès le début du processus d'alignement, des non-alignements potentiels, d'où notre proposition de la traiter en premier.

- La vue fonctionnelle est au cœur de la modélisation des processus d'une entreprise. Elle est considérée comme centrale dans les architectures de référence de Modélisation d'Entreprise telles que CIMOSA, UEML ou encore ISO (Kosanke, 1999c ; Vernadat, 2002 ; ISO 19440, 2007), la vue informationnelle « gravitant » autour d'elle. Intuitivement, c'est le premier moyen qu'utilisent les entreprises pour exprimer leurs besoins. Le traitement de cette vue, en particulier le traitement des activités et des entrées / sorties, est donc l'étape principale de notre processus d'alignement.
- La vue informationnelle s'intéresse aux caractéristiques des éléments d'information en entrée / sortie, définis lors du traitement de la vue fonctionnelle. D'où notre proposition de la traiter après la vue fonctionnelle.

Les quatre modèles mis en jeu au cours de la méthode « Model Driven - ERP Alignment » ont les niveaux de généralité de la norme (ISO 19439, 2006) suivants :

- Le niveau partiel est celui du modèle MIGHT-BE. En effet, il s'agit de construire un modèle représentant l'ensemble des fonctionnalités standards de l'ERP pouvant être mises en œuvre pour un ensemble d'entreprises.
- Le niveau particulier est celui des modèles AS-IS, AS-WISHED et TO-BE. Chacun de ces modèles est spécifique à l'entreprise.
- Pour chacune des vues, c'est-à-dire intentionnelle, fonctionnelle et informationnelle, un modèle partiel - MIGHT-BE - est confronté à un modèle particulier - AS-WISHED. Parmi les alternatives qui s'offrent à elle, l'entreprise va identifier si une lui convient.

La dimension des phases du cycle de vie des modèles de la norme (ISO 19439, 2006) permet de structurer la construction du modèle TO-BE :

- Les phases 1 et 2 de ce cycle de vie, à savoir la « définition du domaine étudié » et la « définition des concepts », sont préliminaires à la définition des besoins d'une entreprise. Elles sont mises en œuvre avant l'application du processus d'alignement lors de la phase de pré-implantation.
- Les phases 3 et 4 sont successivement mises en œuvre pour chaque vue de modélisation durant l'étape d'adéquation (première étape de la phase d'implantation). La phase 3 de « définition des besoins de l'entreprise » est mise en œuvre à travers les activités de construction des vues intentionnelle, fonctionnelle et informationnelle du modèle AS-WISHED. La phase 4 de « conception du modèle » est mise en œuvre à travers les activités de construction du modèle MIGHT-BE, de sa confrontation avec le modèle AS-WISHED ainsi que de prise de décision pour la construction du modèle TO-BE.
- Les trois dernières phases du cycle de vie des modèles proposés par la norme (ISO 19439, 2006) sont mises en œuvre dans les dernières étapes du cycle de vie du projet ERP et de l'ERP. La phase 5 de « description de l'implantation » correspond aux étapes d'intégration et tests et de mise en production de la phase d'implantation. Elle consiste à appliquer réellement au système les décisions prises pour construire le modèle TO-BE. La phase 6 d'« utilisation des modèles » correspond aux phases de post-implantation et d'après-projet. Elle consiste en l'utilisation de l'ERP par les utilisateurs finaux. La phase 7 de « fin de vie des modèles » prend place lors de l'étape de « fin de vie » de l'après-projet.

1.3 « Risk factor driven ERP alignment »

L'approche « Risk-Factor Driven ERP Alignment » permet d'agir sur l'occurrence du RNA par le management des facteurs de risque qui l'influencent. En effet, « Un facteur de risque est un élément identifié ou une condition de l'environnement interne ou externe du projet dont l'existence est de nature à influencer la survenue d'un événement et donc de modifier la mesure de la probabilité d'occurrence du risque » (Gourc, 2006)

L'approche proposée est supportée par un ensemble d'outils à mettre en œuvre au cours de l'étape d'adéquation. Nous nous focalisons sur les facteurs de risque de l'étape d'adéquation et sur ceux qui ont un lien résiduel en aval avec ces facteurs. L'approche proposée s'articule autour d'une démarche de mise en œuvre grâce à trois outils d'identification et un outil de traitement.

Les étapes d'identification et de traitement sont guidées finement par la proposition :

- du classement des facteurs de risque par rapport au cycle de vie du projet,
- des variables attribuées à chaque facteur,
- de la matrice des liens résiduels des facteurs de risque influençant le RNA,
- de la matrice facteurs de risque / pratiques de gestion.

Afin d'agir au mieux sur l'occurrence du RNA, nous proposons trois stratégies de traitement des facteurs de risque : refus anticipatif, refus réactif et optimisation. L'application de l'une ou l'autre des stratégies dépend de l'état du facteur à un instant donné du projet, avéré ou non, mais également des pratiques qu'il est possible ou non d'appliquer.

1.3.1 Les facteurs de risque influençant le RNA et leur identification

La liste des facteurs de risque influençant le RNA a été établie à partir des 29 facteurs de risques que nous avons identifiés à travers l'état de l'art du domaine. La démarche d'identification est la suivante (cf. Figure 47) :

- Classement des 29 facteurs en facteurs horizontaux (à gérer tout au long du cycle de vie) et en facteur verticaux (à gérer lors d'une ou plusieurs étapes du cycle de vie du projet ERP)
- Extraction des facteurs horizontaux et des facteurs verticaux de l'étape d'adéquation
- Ajout des facteurs influençant les facteurs déjà extraits. En effet, comme les facteurs de risque ne sont pas indépendants, nous construisons par une analyse de la littérature une matrice globale des liens résiduels entre facteurs de sorte à ajouter aux facteurs déjà identifiés ceux qui influencent les facteurs de l'étape d'adéquation. Nous extrayons les colonnes correspondant aux facteurs de risque de l'étape d'adéquation (cf. Tableau 12). Ainsi, le facteur de risque « F7 : problème avec le chef de projet » peut subsister du mauvais traitement du facteur de risque « F1 : manque d'implication / d'expertise du comité de pilotage ». Il y a donc un lien résiduel entre ces deux facteurs où le facteur « manque d'implication / d'expertise du comité de pilotage » est en amont du lien et « problème avec le chef de projet » est en aval.

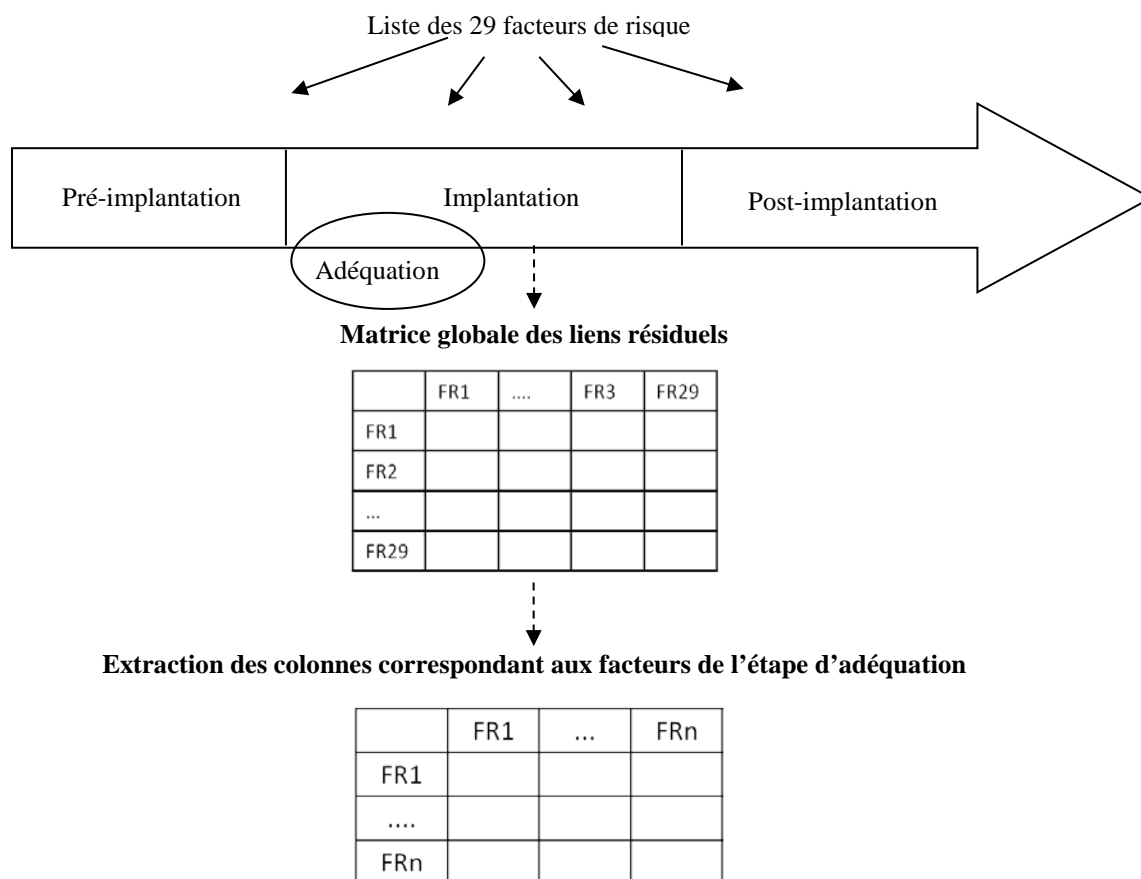


Figure 47 : Démarche de définition des facteurs de risque influençant le RNA

Ainsi, nous obtenons une liste de 21 facteurs (cf. Tableau 12) que nous détaillons grâce à un ensemble de variables pour faciliter leur identification.

Ce travail se base sur :

- Les définitions des facteurs de risque fournies dans l'état de l'art des 29 facteurs,
- Les travaux décrivant l'influence de sous-ensembles de facteurs de risque sur le succès des projets ERP (Hong, 2002 ; Chou, 2008 ; Morton, 2008 ; Chen, 2009 ; Malhotra, 2010 ; Santamaria-Sanchez, 2010),
- Les listes des facteurs de risque des projets S.I. que proposent (Ewusi-Mensah, 1997 ; Baccarini, 2004). Ils précisent certaines dimensions de facteurs de risque que nous avons jugées pertinentes dans le cadre des projets ERP, là où les travaux spécifiques aux projets ERP font parfois défaut,
- Notre expérience terrain.

Un facteur sera considéré comme avéré si une de ses variables est avérée.

Facteurs en amont du lien résiduel		Facteurs de risque résiduels de l'étape d'adéquation			
		Mauvaise expression des besoins (F17b)	Gestion inadéquate du non-alignement (F19)	Gestion inadéquate de l'adaptation de l'ERP (F20)	Haut degré de complexité du progiciel (F21)
Horizontaux	(F1) Manque d'expertise / d'implication du comité de pilotage				
	(F2) Gestion de projet inefficace				
	(F3) Mauvaise constitution de l'équipe projet				
	(F5) Manque d'expertise / d'implication / absence de consultants externes				
	(F7) Problème avec le chef de projet				
	(F8) Mauvaise planification temporelle du projet				
	(F9) Mauvaise gestion des ressources financières et matérielles				
	(F10) Difficulté de travail commun entre l'entreprise et les membres externes				
	(F11) Manque d'expertise / d'implication des utilisateurs clés				
	(F12) Manque d'expertise de l'intégrateur				
	(F14) Mauvaise gestion des risques				
Verticaux	(F15) BPR inadéquat				
	(F16) Buts stratégiques mal définis				
	(F17a) Mauvaise expression des besoins				
	(F18) Sélection inadéquate du progiciel				

Tableau 12 : Matrice des liens résiduels des facteurs de risque influençant le RNA

Par exemple le facteur F17b « Mauvaise expression des besoins » est défini par les variables suivantes :

- Besoins exprimés faux : les besoins de l'entreprise qui sont exprimés ne correspondent pas aux besoins réels.
- Besoins exprimés non stabilisés : les besoins exprimés changent tout au long du projet (Huang, 2004).
- Besoins exprimés incomplets : les besoins exprimés sont incomplets (Baccarini, 2004).
- Besoins exprimés incompréhensibles : les besoins de l'entreprise ne sont pas compréhensibles (Huang, 2004) par les intégrateurs et les consultants externes.

- Pas de formalisation des besoins détaillés.
- Formulation des besoins non basée sur l'existant : la formulation des besoins de l'entreprise est réalisée sans se baser sur les problèmes rencontrés dans l'existant de l'entreprise.
- Manque de formalisme dans l'expression des besoins : pas d'utilisation de langage de modélisation pour la formalisation.

1.3.2 Traitement des facteurs de risque

Le traitement des facteurs de risque se base sur une sélection de pratiques de gestion à mettre en œuvre. Il n'y a, à ce jour, pas de référentiel de « bonnes pratiques » pour le traitement des facteurs de risque dans les projets ERP sur lesquels nous pouvons nous baser. Les pratiques que nous proposons sont au nombre de 37 (cf. Tableau 13) et en rapport avec les facteurs de risque influençant le RNA.

Num	Pratiques de gestion	Sources
P1	Sélectionner le progiciel en deux étapes : faire une « short list » de 2 ou 3 progiciels candidats puis faire la sélection finale du progiciel. La « short list » doit être réalisée en quelques jours maximum quelques semaines en fonction du choix des concurrents et des critères géographique, technique, de pérennité, de notoriété et de couverture internationale. Le choix final doit être réalisé sur la base de la couverture fonctionnelle.	(Deixonne, 2001 ; Tournant, 2003)
P2	Sélectionner la société d'intégration en fonction des critères d'expérience et de compétences des intervenants proposés par la société.	(Tournant, 2003 ; Quellenec, 2007 ; Jouffroy, 2010)
P3	Sélectionner la société d'intégration en fonction des critères géographique, de proposition de management et de reconnaissance par rapport à l'éditeur.	(Lequeux, 1999 ; Deixonne, 2001)
P4	Nommer un chef de projet en fonction des critères de légitimité, de charisme et de compétences.	(Quellenec, 2007 ; Jouffroy, 2010)
P5	Sélectionner les utilisateurs clés en fonction des critères d'expérience, de compétences, d'intégration, d'adaptation et de motivation.	(Zafiropoulos, 2005)
P6	Formaliser, à l'aide d'un formalisme simple et intuitif, les processus souhaités par l'entreprise et les fonctionnalités standards de l'ERP.	(Deixonne, 2001 ; Tournant, 2003 ; Quellenec, 2007 ; Jouffroy, 2010)
P7	Modéliser et analyser l'existant métier de l'entreprise. Il sera une base pour modéliser ses souhaits.	(Jouffroy, 2010)
P8	Etablir le plan de formation des utilisateurs clés.	(Lequeux, 1999 ; Deixonne, 2001 ; Zafiropoulos, 2005 ; Quellenec, 2007 ; Sotiaux, 2008 ; Jouffroy, 2010)
P9	Etablir le plan de déploiement des modules.	(Deixonne, 2001 ; Ho, 2009)
P10	Organiser de courtes réunions hebdomadaires du comité de pilotage. Celles-ci doivent être présidées par le chef de projet avec un compte rendu rédigé rapidement après la réunion.	(Deixonne, 2001 ; Zafiropoulos, 2005 ; Sotiaux, 2008 ; Jouffroy, 2010)

Num	Pratiques de gestion	Sources
P11	Organiser de courtes réunions d'information hebdomadaires de l'équipe projet pour rendre compte des réunions du comité de pilotage, avec un compte rendu rédigé rapidement après la réunion.	(Deixonne, 2001 ; Zafiroopoulos, 2005 ; Jouffroy, 2010)
P12	Organiser des réunions de validation des demandes d'adaptation de l'ERP en fonction des critères d'enjeux économiques, fonctionnels et budgétaires.	(Quellenec, 2007 ; Jouffroy, 2010)
P13	Prévoir le budget des principaux postes budgétaires suivants : matériel et infrastructure, équipe interne métier, équipe interne S.I. et équipe externe.	(Quellenec, 2007)
P14	Identifier, en fonction de la nature de la décision, les membres du projet ayant du poids sur celle-ci.	(Quellenec, 2007)
P15	Disposer d'un chef de projet reconnu comme étant l'interlocuteur principal pour prendre les décisions qui sont bloquantes tant sur les aspects techniques que métiers.	(Zafiroopoulos, 2005 ; Quellenec, 2007)
P16	Choisir dès le début du projet, en fonction des caractéristiques de l'entreprise et de ses habitudes, un mode de pilotage adapté : ouvert, fermé ou matriciel.	(Quellenec, 2007)
P17	Etablir la relation ad-hoc entre le chef de projet et chacun des acteurs du projet pour faire avancer le projet.	(Sotiaux, 2008)
P18	Mettre en place le processus dynamique en spirale de mise en confiance des membres de l'équipe projet.	(Sotiaux, 2008)
P19	Appliquer la régulation de l'équipe en prenant une pause dans les activités opérationnelles pour parler de l'équipe elle-même.	(Zafiroopoulos, 2005 ; Sotiaux, 2008)
P20	Rédiger et valider le compte rendu pendant les réunions.	(Sotiaux, 2008)
P21	Ne pas inclure dans le contrat forfaitaire les éventuelles adaptations de l'ERP.	(Jouffroy, 2010)
P22	Déterminer par écrit dès le début du projet les rôles et responsabilités de chaque membre de l'équipe.	(Lequeux, 1999)
P23	Etablir dès le début du projet la philosophie concernant l'adaptation de l'ERP et s'en tenir jusqu'à la fin du projet.	(Zafiroopoulos, 2005)
P24	Tenir le chef de projet au courant de tout ce qui s'est passé durant le projet grâce à une procédure formelle.	(Zafiroopoulos, 2005)
P25	Libérer officiellement les membres du projet de leurs tâches quotidiennes.	(Zafiroopoulos, 2005)
P26	Organiser des exercices de travail en équipe.	(Zafiroopoulos, 2005)
P27	Définir la contribution du projet aux objectifs stratégiques de l'entreprise.	(Deixonne, 2001 ; Tournant, 2003)
P28	Mettre en adéquation la formulation des objectifs stratégiques du projet avec la formulation des objectifs stratégiques de l'entreprise.	(Deixonne, 2001)
P29	Sélectionner les consultants externes en fonction des critères d'expérience et de compétences.	(Zafiroopoulos, 2005)
P30	Mettre en place un processus de management des risques.	(Deixonne, 2001 ; Jouffroy, 2010)
P31	Préparer les réunions d'adéquation en modélisant les processus à aligner et s'y tenir.	

Num	Pratiques de gestion	Sources
P32	Mettre à la disposition de l'équipe de projet l'équipement matériel nécessaire.	(Deixonne, 2001)
P33	Planifier finement les étapes du projet.	(Tournant, 2003 ; Quellenec, 2007 ; Jouffroy, 2010)
P34	Choisir entre effectuer un BPR radical, pragmatique ou opportuniste en fonction des objectifs de l'entreprise en termes de coûts, de temps et de retour sur investissement attendu.	(Tomas, 1999)
P35	Effectuer le BPR avant la sélection du progiciel et la définition des besoins	(Botta-Genoulaz, 2001)
P36	Déterminer le niveau de granularité le plus adéquat pour la formulation macroscopique des besoins avant la sélection du progiciel.	(Tomas, 1999)
P37	Déterminer le périmètre fonctionnel concerné par la modélisation macroscopique des besoins	(Tomas, 1999)

Tableau 13 : Liste des pratiques de gestion

Ces pratiques proviennent :

- Des travaux de Zafiroopoulos (2005) et Ho (2009) proposant des pratiques pour traiter les facteurs de risque dans les projets ERP.
- De livres de gestion de projets ERP et de gestion d'équipes projet tels que (Lequeux, 1999 ; Deixonne, 2001 ; Tournant, 2003 ; Quellenec, 2007 ; Sotiaux, 2008 ; Jouffroy, 2010). Ces livres sont le plus souvent rédigés par des consultants ayant eu de l'expérience dans la gestion des projets ERP. Les pratiques qui y sont préconisées ont été jugées pertinentes et efficaces suite à l'expérience de leur mise en œuvre.
- Et enfin, nous avons ajouté des pratiques que nous avons jugées pertinentes suite à notre expérience personnelle de terrain : ce sont celles pour lesquelles aucune source n'est indiquée.

Le traitement des facteurs de risque influençant le RNA s'appuie sur une matrice pratiques / facteurs de risque. Les lignes de cette matrice sont les facteurs de risque influençant le RNA, les colonnes sont les pratiques de gestion. Chaque case grisée de la matrice est un lien pratique / facteur explicité dans les travaux étudiés. Par exemple, la pratique P14 « identifier, en fonction de la nature de la décision, les membres du projet ayant du poids sur celle-ci » influence le facteur « gestion inadéquate de l'adaptation de l'ERP ».

1.3.3 Mise en œuvre du traitement des facteurs de risque

Le traitement des facteurs comporte leur identification des facteurs avérés et trois stratégies différentes de traitement des facteurs. L'identification des facteurs avérés se base : (i) sur le classement des facteurs selon le cycle de vie du projet, (ii) la matrice des liens résiduels entre facteurs permettant d'identifier les facteurs ayant de fortes chances de se matérialiser et (iii) les variables détaillant chaque facteur. Cette identification peut être faite à tout moment du projet. Elle doit au moins l'être au plus tôt au cours de l'étape d'adéquation.

Une fois les facteurs identifiés, nous proposons d'appliquer les pratiques de gestion qui leur sont associées dans la matrice pratiques / facteurs selon trois stratégies de traitement des facteurs (cf. Figure 48) :

- La stratégie d'optimisation correspond au cas où seule une partie des pratiques, pour le facteur identifié comme avéré, peut être appliquée car certaines concernent des activités sur lesquelles il n'est plus possible ou difficile de revenir, telles que la sélection de l'intégrateur. Ainsi, les pratiques appliquées permettront de réduire la criticité du facteur sans forcément faire en sorte de ne plus l'observer.
- La stratégie de refus réactif correspond au cas où toutes les pratiques associées au facteur identifié sont applicables et permettent de refuser le facteur, c'est-à-dire de ne plus l'observer. Sa criticité est réduite à zéro.
- La stratégie de refus anticipatif correspond au cas où les pratiques sont appliquées par anticipation pour éviter que le facteur ne se matérialise. Le facteur est refusé par anticipation.

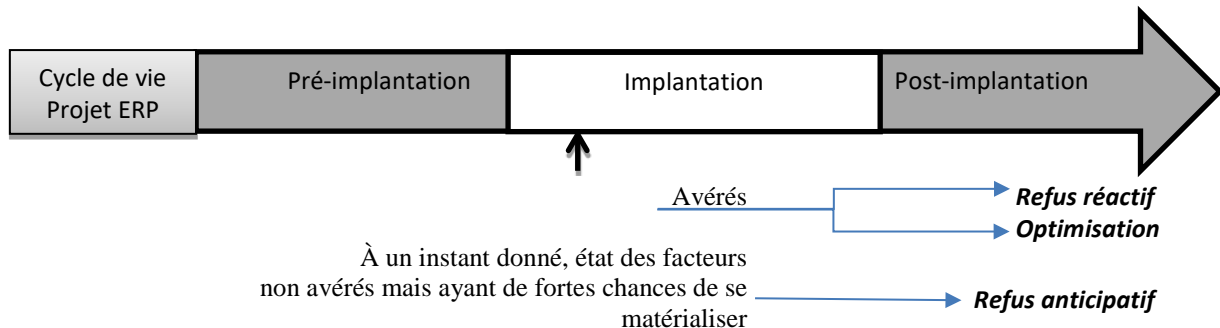


Figure 48 : Stratégies de traitement des facteurs de risque

2 Les S.I. support à la conception : de l'intérêt de la Modélisation d'Entreprise

Les travaux relatifs aux S.I. support à la conception concernent les systèmes de gestion des connaissances encore appelé Knowledge Management Systems (KMS) en anglais. Les KMS sont un type particulier de S.I. appliqué à la gestion de la connaissance organisationnelle (Alavi, 2001). Ce type de S.I. souvent informatisé supporte la création de nouvelles connaissances et la gestion de la connaissance existante à travers quatre fonctions (Maier, 2004) : (i) découverte de nouvelles connaissances, (ii) gestion de la connaissance explicite, (iii) gestion de l'expertise et (iv) collaboration. Dans ce cadre, nous avons travaillé sur deux projets distincts : (i) la conception concourante pièce/outillage en injection plastique et (ii) la veille et la mutualisation des connaissances en éco-conception.

2.1 Conception intégrée pièce/outillage en injection plastique

2.1.1 Processus de conception « classique »

Les principales étapes de conception en injection plastique sont les suivantes :

- Conception du produit injecté, encore appelée **conception pièce**, consistant à définir la morphologie de la pièce et à choisir la matière qui sera injectée ;
- **Conception du moule** encore appelé outillage (cf. Figure 49) qui comporte les tâches suivantes (Chen, 1999 ; Mok, 2001 ; Hu, 2002 ; Rees, 2002 ; Kazmer, 2007) : conception de l'empreinte, conception du système d'alimentation, conception du système de refroidissement et conception du système d'éjection ;
- **Conception du process d'injection** qui consiste à choisir la machine à injecter ainsi que les paramètres de la machine encore appelés paramètres du process tels que la pression d'injection, la température d'injection ou encore la durée de refroidissement (Chen, 1999).

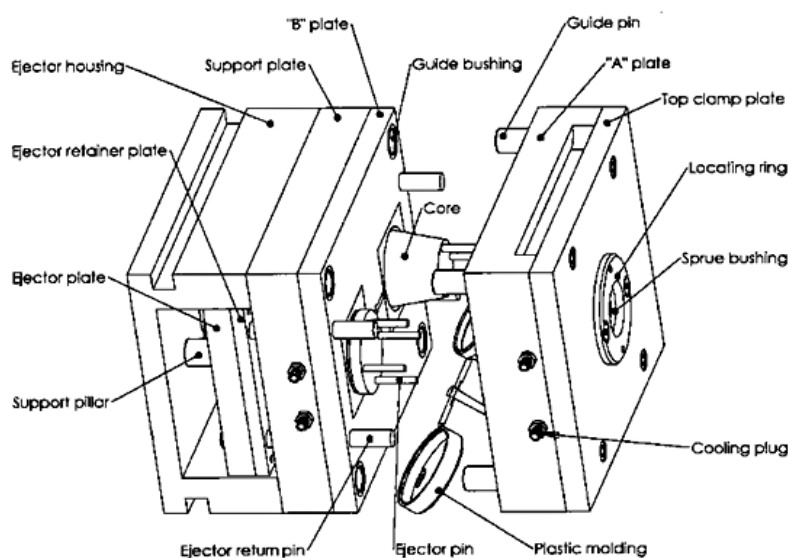


Figure 49 : Composants basiques d'un moule (Kazmer, 2007)

Généralement, ces trois étapes sont exécutées de manière séquentielle par des acteurs différents alors qu'il existe une forte interaction entre la pièce et le moule puisque l'un est le négatif de l'autre. Mettre en place une conception intégrée pièce/outillage en injection plastique nécessite de gérer les liens entre les paramètres produits et les paramètres process de sorte à obtenir les propriétés produit désirées. Pour ce faire, nous proposons un processus de conception pièce/outillage concourant supporté par un système d'aide à la conception intégré au logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur).

2.1.2 Processus de conception « concourante »

Le processus de conception concourante que nous proposons (cf. Figure 50) comporte quatre zones (*area* en anglais)

- Zone 0 (Area 0) : point de départ ;
- Zone 1 (Area 1) : séquence tirée par la pièce ;
- Zone 2 (Area 2) : séquence tirée par le moule ;
- Zone 3 (Area 3) : séquence tirée par le process.

Les activités de chaque zone sont exécutées de manière concourante avec un élément qui « tire » la séquence que ce soit la conception pièce, outillage ou process.

La zone 0 concerne l'initiation du processus de conception. Il débute par la mise à disposition des spécifications initiales de la pièce et de l'outillage alors que le processus de conception classique exploite uniquement les spécifications de la pièce. Prendre en compte les spécifications initiales du moule comme la disponibilité des ressources d'usinage et d'injection permet d'intégrer, a priori, des contraintes « outillage » dans la conception pièce.

La zone 1, appelée séquence tirée par la pièce, détaille les principales étapes de conception de la pièce couplées à un ensemble de vérifications permettant d'intégrer la conception du moule. La première partie de la séquence consiste à définir la forme de réception de la pièce c'est-à-dire son plan de joint. La seconde partie consiste à concevoir les inserts fonctionnels et structurels. Chaque partie comporte des « vérifications pièce » (cohérence avec les spécifications de la pièce) et des « vérifications outillage » (impact de la conception pièce sur l'outillage). Si la vérification est positive le processus se poursuit en concevant de manière simultanée la pièce et son outillage. Si ce n'est pas le cas, le modèle CAO de la pièce (géométrie pièce) est modifiée et la vérification réitérée.

La zone 2, appelée séquence tirée par le moule, détaille les principales étapes de conception de l'outillage basée sur les modèles CAO intermédiaires conçus dans la zone 1. Il s'agit de concevoir les systèmes d'alimentation et de refroidissement suivi par la définition des paramètres process. Au cours de cette partie du processus, en cas d'échec de vérification, il faut définir les causes d'échec qui peuvent provenir soit du moule, soit de la pièce.

La zone 3, appelée séquence tirée par le process, détaille les étapes conduisant à l'usinage du moule et à l'injection de la pièce. Elle se base sur les modèles CAO finalisés pendant la zone 2.

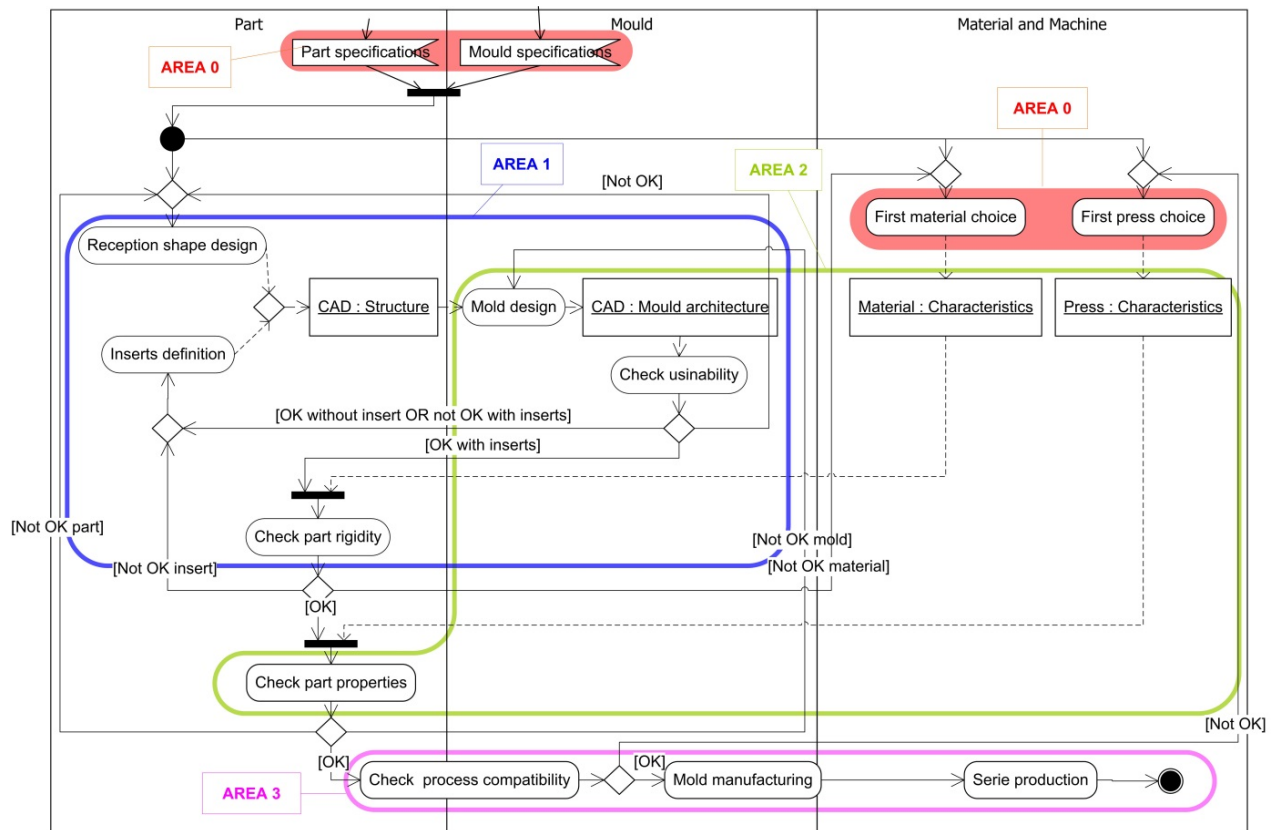


Figure 50 : Processus de conception concurrente pièce/outillage

2.1.3 Architecture du KMS support à la conception « concurrente »

Pour supporter les zones 1 et 2 du processus de conception concurrente, nous proposons d'enrichir l'environnement CAO conventionnel avec des composants additionnels (cf. Figure 51). Il y a trois types de composants :

- *Base de règles de conception* : cette base est dédiée aux règles de conception relatives à la pièce et au moule. Les règles relatives à la pièce concernent l'épaisseur, les angles vifs, les nervures, bossages, etc. Les règles moule concernent, par exemple, l'ouverture du moule, le refroidissement et l'alimentation.
- *Base de fonctions définies par l'utilisateur (FDU)* : cette base rassemble les fonctions CAO prédéfinies d'éléments structurels et fonctionnels du moule. Ces FDU sont définies de manière paramétrique en cohérence avec les règles de conception.
- *Module de vérification dimensionnelle* : ce module permet de vérifier la géométrie des pièces et outillage. Il a pour but d'éviter la conception d'outillages non usinables.

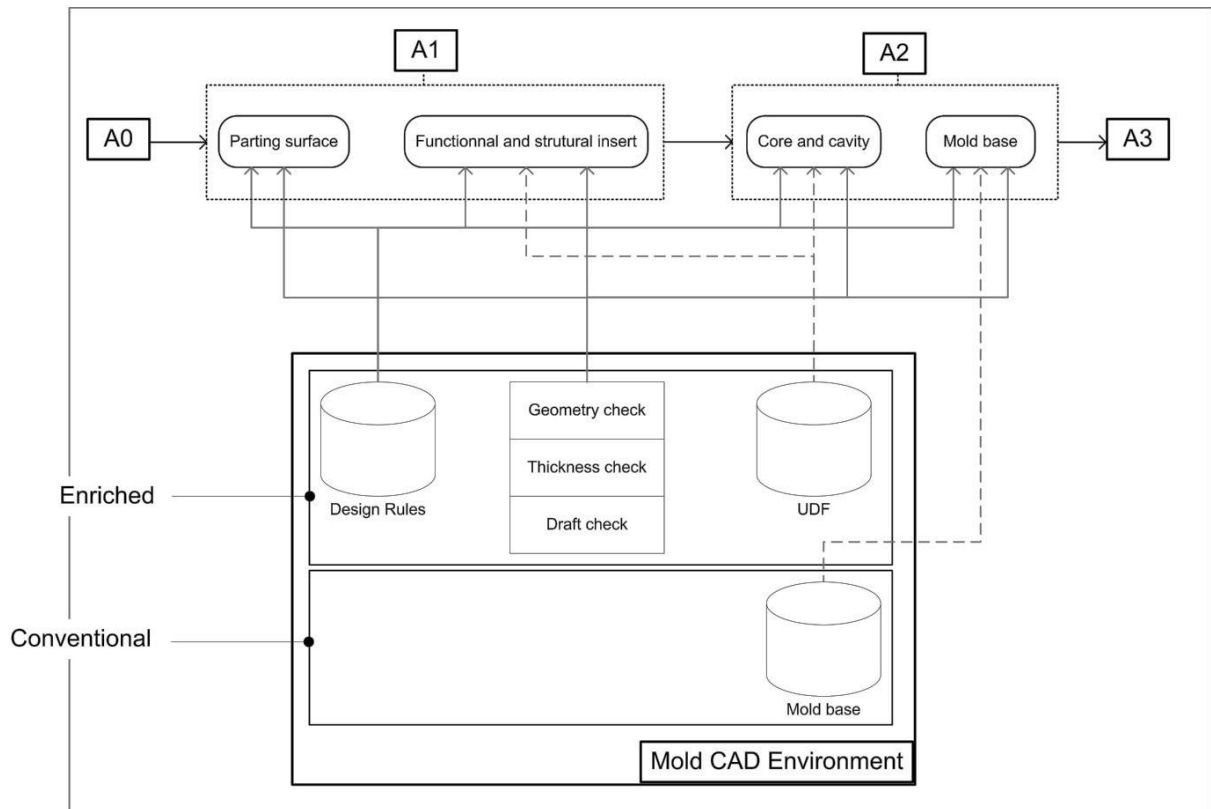


Figure 51 : Architecture du système informatique intégré à la CAO

2.2 KMS en éco-conception

L'éco-conception ou la conception pour l'environnement (DFE Design For Environment en anglais) a pour but de fournir des méthodes minimisant l'impact environnemental d'un produit durant son cycle de vie (ISO/TR 14062, 2002). Les études cherchant à définir les facteurs de succès de ce type de conception telles que (Tischner, 2001 ; Johansson, 2002 ; Lindhal, 2003 ; Lofthouse, 2006) montrent que l'éco-conception effective nécessite de :

- Mettre à disposition des concepteurs l'information nécessaire à la résolution des problèmes environnementaux dès les phases amonts de la conception. Cette information est souvent disséminée et difficile à avoir.
- Faciliter le travail en équipes multifonctionnelles.

Selon (Hesselbach, 2003), le knowledge management et les KMS qui y sont associés peuvent permettre de répondre à ces deux challenges.

Ma (2002) proposent une architecture générale pour la conception des KMS qui opérationnalise les stratégies de codification et de personnalisation des connaissances telles qu'elle sont définies dans (Nonaka, 1995). Ainsi, l'architecture d'un KMS comporte au moins trois sous-systèmes : (i) E-KM (gestion de la connaissance explicite et fonctions basiques de gestion des connaissances) pour la codification, (ii) T-KM (gestion de la connaissance tacite fournissant un environnement de travail coopératif) et (iii) I-KM (découverte de la connaissance) pour la personnalisation.

Nous proposons, pour le cas de l'éco-conception, d'outiller les stratégies de codification et de personnalisation de sorte à supporter la conception des KMS dans ce domaine. Les propositions ont été validées dans le cadre du projet GT3 du cluster CREER (Cluster Research: Excellence in Ecodesign and Recycling). Ce cluster, réseau d'entreprises, développe une recherche non concurrentielle dans les domaines de l'éco-conception de produits et du recyclage. Il compte aujourd'hui 80 membres de différents pays. Son objectif est d'améliorer l'efficacité en éco-conception de ses membres au travers de projets communs et d'une mise en commun de leurs recherches respectives sur l'environnement. L'objet du projet GT3 est la mise en place d'un système de veille et de mutualisation de la connaissance en éco-conception qui a pris la forme de la plateforme P2I (Plateforme d'Information Intelligente). Ce projet a, entre autres, fait l'objet du master R de Jacques BREUILS (Breuils, 2008).

2.2.1 Stratégie de codification : les apports de la modélisation de référence

La stratégie de codification est basée sur l'externalisation des connaissances telle qu'elle est définie par Nonaka et Takeuchi dans (Nonaka, 1995). La codification transforme la connaissance implicite en connaissance explicite et facilite la communication.

Nous basons la mise en œuvre de cette stratégie sur une adaptation de la méthode GAMETH® (Grundstein, 2009) au cas de l'éco-conception. Nous nous attachons à la troisième phase de GAMETH® (détermination des axes de gestion des connaissances) car elle permet de définir les connaissances à codifier et donc à partager. Cette phase comporte quatre étapes :

- (1) Clarification des besoins en connaissance ;
- (2) Localisation et caractérisation de cette connaissance ;
- (3) Evaluation de la connaissance et détermination des éléments cruciaux ;
- (4) Détermination des objectifs principaux d'une démarche de gestion des connaissances.

Les deux premières étapes se basent sur la modélisation des processus concernés par la gestion des connaissances. Ici, nous utilisons le concept de modèle partiel ou de référence tel qu'il est défini dans (ISO 19439, 2006). En proposant un modèle de référence du processus d'éco-conception, nous facilitons la mise en œuvre de GAMETH® pour ce cas particulier.

Les étapes 3 et 4 se basent sur une évaluation des connaissances selon un certain nombre de critères. Ces critères sont modifiés pour prendre en compte la notion de performance en éco-conception. En effet, nous supposons que les connaissances devant être codifiées sont celles qui contribuent le plus à la performance de l'éco-conception.

2.2.1.1 Un modèle de référence pour le processus d'éco-conception

Le modèle de référence du processus d'éco-conception que nous proposons exploite la norme ISO/TR 14062 (2002) et un certain nombre de travaux visant à opérationnaliser cette norme, à savoir (Quella, 2003a ; quella, 2003b ; AFNOR, 2005 ; Kurczewski, 2010 ; Lewandowska, 2010).

Le squelette du modèle que nous proposons est constitué de six sous-processus, correspondant chacun à une étape de conception et développement de produit préconisée par la norme ISO/TR 14062 (2002), à savoir :

- (1) Planification ;
- (2) Conception conceptuelle ;
- (3) Conception détaillée ;
- (4) Test/prototypage ;
- (5) Production/ Mise sur le marché ;
- (6) Revue de produit.

Les activités formant chaque sous-processus proviennent de l'analyse des travaux suivants (Quella, 2003a ; Quella, 2003b ; AFNOR, 2005 ; Kurczewski, 2010 ; Lewandowska, 2010). La Figure 52 donne le sous-processus de planification. La modélisation détaillée de chaque activité n'est pas faite au niveau du modèle de référence. Elle est préconisée au niveau du modèle particulier en utilisant le formalisme SADT détaillé dans (Marca, 1987).

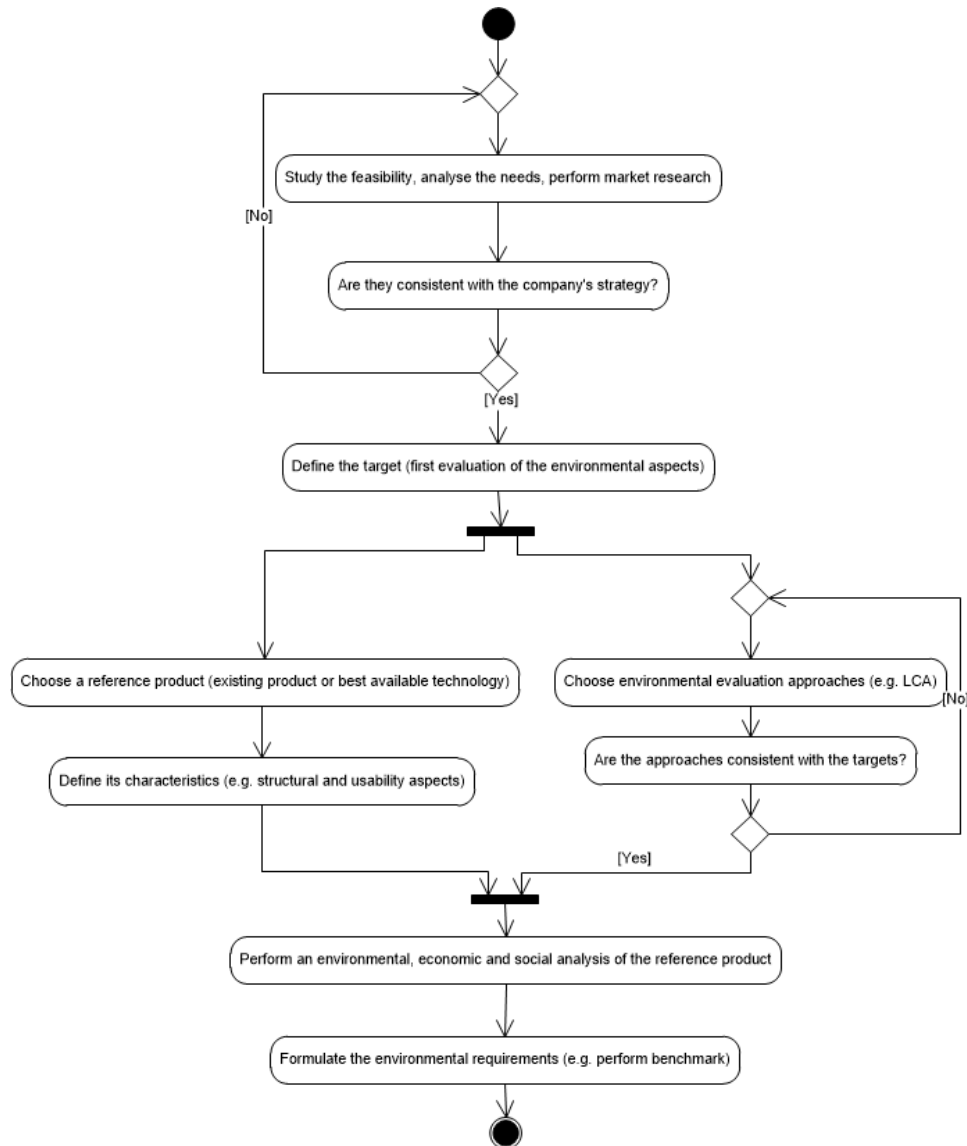


Figure 52: Sous-processus de planning du modèle de référence du processus d'éco-conception

2.2.1.2 Des critères pour l'évaluation de la performance en éco-conception

GAMETH® couple à la modélisation des processus un jeu de critères permettant d'évaluer si la connaissance identifiée, au niveau du processus, est digne d'être capitalisée dans un KMS donné. Dans sa version originelle, GAMETH® comporte trois familles de critères détaillés dans (Saad et al. 2006; Saad et al. 2005) : (i) *vulnérabilité des connaissances* mesurant le risque de perdre la connaissance ou de la recréer, (ii) *durée de l'utilisation de la connaissance* au sein de l'organisation et (iii) *degré de contribution de la connaissance aux projets et objectifs de l'entreprise*.

Nous considérons qu'une connaissance est digne d'être capitalisée si elle contribue à la performance de l'activité d'éco-conception. Dans (Robin, 2007 ; Robin, 2010) la performance en conception est définie comme allant au-delà de la performance du produit conçu ; elle inclut la performance du processus de conception. Dans ces travaux, la performance en conception est évaluée selon deux familles de critères : d'une part, les critères de performance locale relatifs aux aspects coût/délai/qualité du produit que l'on retrouve dans les critères liés à la vulnérabilité et à la durée d'utilisation des connaissances, et d'autre part, les critères de performance globale relatifs au processus d'éco-conception. Nous les redéfinissons, pour GAMETH®, par trois critères : (i) impact sur le coût produit, (ii) impact sur le développement produit et (iii) impact sur les préoccupations environnementales. Nous associons à chaque critère une échelle de valorisation (cf. Tableau 14). Plus le score est élevé plus la connaissance est cruciale par rapport au critère considéré.

Cette évaluation permet d'identifier les connaissances à capitaliser dans un KMS mais aussi celles manquantes que l'on pourrait, par exemple, obtenir par la mise en œuvre d'outils support spécifiques.

Critères "Performance locale"	Echelle et score correspondant				
	Faible ou court	Moyen	Elevé	Très élevé	
Accessibilité	4	3	2	1	
Coût d'acquisition	4	3	2	1	
Délai d'acquisition	4	3	2	1	
Durée d'utilisation	1	2	3	4	
Critères "Performance globale"	Pas d'impact	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
Impact sur le coût produit	1	2	3	4	5
Impact sur le développement produit	1	2	3	4	5
Impact sur les préoccupations environnementales	1	2	3	4	5

Tableau 14 : Critères d'évaluation de la connaissance et échelle d'évaluation pour la stratégie de codification

2.2.2 Stratégie de personnalisation : les apports de la théorie des communautés de pratiques

La stratégie de personnalisation consiste à faciliter la socialisation des connaissances telle qu'elle est définie dans (Nonaka, 1995). Il s'agit de partager des connaissances par interactions directes entre les personnes impliquées dans la conception par exemple. Les communautés de pratiques (CoPs) sont un exemple de cette stratégie. Nous proposons d'exploiter les apports de la théorie des CoPs pour supporter la mise en place de la stratégie de personnalisation dans le cadre de la conception d'un KMS.

2.2.2.1 Les caractéristiques structurelles d'une CoPs en éco-conception

Selon (Wenger, 2002) les CoPs sont des “*groups of people who share a concern, a set of problems, or a passion about a topic, and who deepen their knowledge and expertise in this area by interacting on an ongoing basis.*” que nous traduisons par « des groupes de personnes qui partagent une préoccupation, un ensemble de problèmes à propos d'un sujet, et qui approfondissent leur connaissance et expertise dans ce domaine en interagissant sur une base commune. ». De ce point de vue, une CoPs comporte trois caractéristiques structurelles :

- *Le domaine* : il s'agit de décrire le but de la CoPs. Le domaine peut être raffiné grâce à la taxonomie de McDermott (2000) qui propose quatre type de CoPs : (i) celles liées à des objectifs stratégiques, (ii) celles qui s'attachent à des processus tactiques, l'optimisation de processus ou le partage de bonnes pratiques, (iii) les communautés basées sur un projet et (iv) les communautés développant un corpus de connaissances particulier.
- *La communauté* : il s'agit de la définition des rôles des personnes impliquées dans la CoPs. Wenger (2002) identifie trois niveaux de participation dans une CoPs : (i) le noyau du groupe dont fait partie le coordinateur qui fait vivre la CoPs, (ii) le groupe actif et le groupe périphérique.
- *La pratique* décrit ce que fait chaque CoPs. Dans (APQC, 2001), la typologie suivante des activités est proposée : (i) collaboration pour résoudre des problèmes quotidiens; (ii) dissémination et développement de bonnes pratiques, recommandations et procédures, (iii) construction, organisation et management d'un corpus de connaissances, et (iv) innovation et création d'idées.

Dans le cas de la conception d'un KMS donné, définir ces caractéristiques pour une CoPs donnée permet de cerner les objectifs sous-jacents à la stratégie de personnalisation. Pour ce faire, nous proposons de remplir un tableau comme le Tableau 15 qui reprend l'ensemble des dimensions de caractérisation structurelle d'une CoPs.

Dimensions structurelles d'une CoPs		
Domaine	Description	
	Type(s)	Lié à la stratégie
		Optimisation de process
		Basé projet
	Corpus de connaissances	
Communauté	Coordinateur	
	Noyau du groupe	
	Groupe actif	
	Group périphérique	
Pratiques	Problèmes quotidiens	
	Bonnes pratiques	
	Organisation d'un corpus de connaissances	
	Innovation	

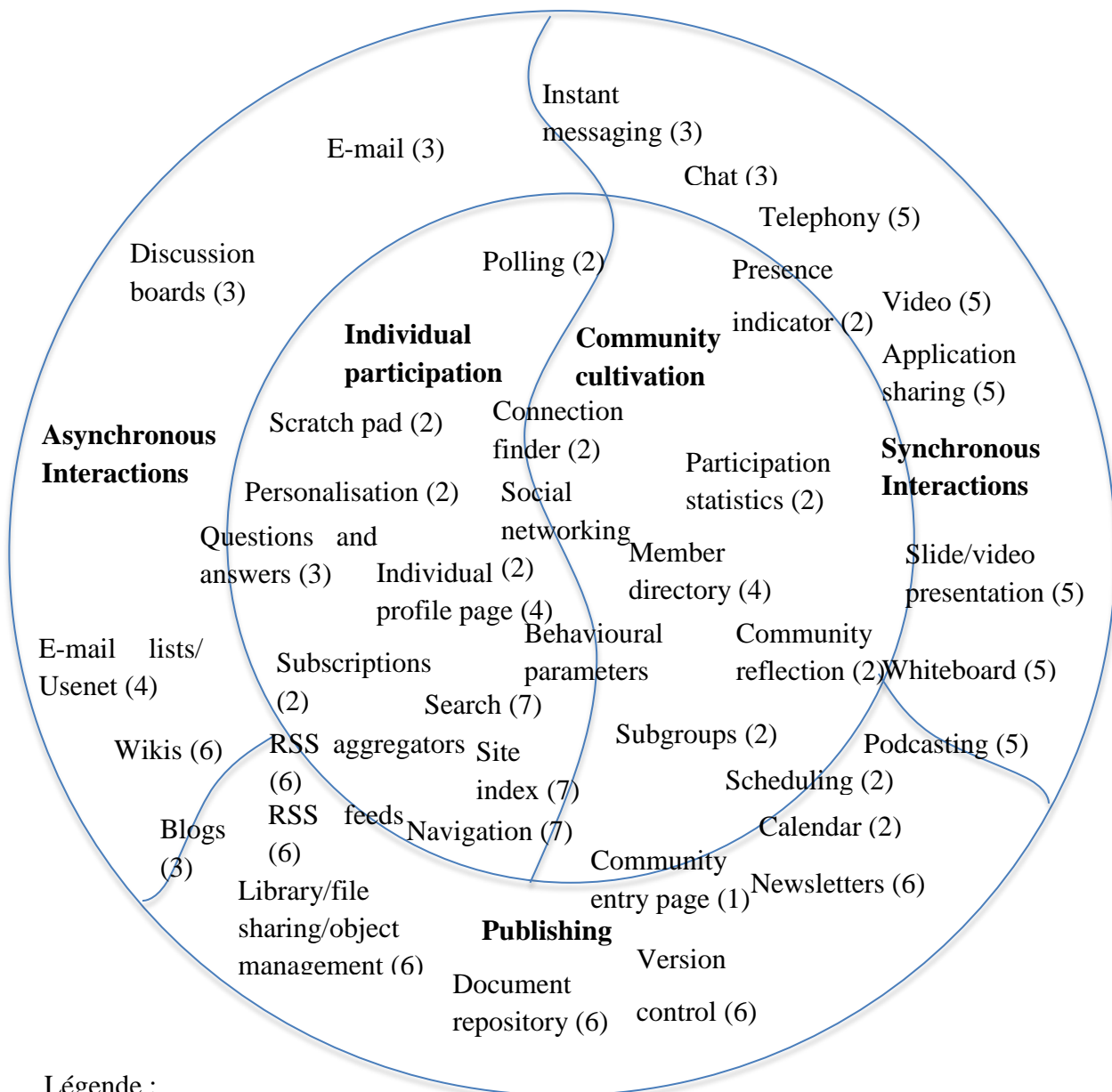
Tableau 15 : Caractéristiques structurelles d'une CoPs

2.2.2.2 L'outillage d'une CoPs

Selon Wenger (2002), il est utile d'associer au fonctionnement d'une CoPs un ensemble d'outils tel que :

- (1) Une home page permettant d'affirmer son existence et de décrire ses activités;
- (2) Des outils de gestion de la communauté, essentiellement pour le coordinateur, mais aussi pour la communauté au sens large ;
- (3) Un espace de discussion pour les discussions en ligne ;
- (4) Un annuaire des membres avec des informations relatives aux domaines d'expertise de chacun ;
- (5) Dans certains cas un espace de travail partagé pour de la collaboration électronique synchrone ;
- (6) Un espace de stockage partagé pour les documents, incluant des rapports de recherche, des bonnes pratiques et standards ;
- (7) Un moteur de recherche pour retrouver les données dans la base de connaissances.

Comme les outils sont indépendants du domaine d'une CoPs, nous proposons d'exploiter le panorama des outils fourni dans (Wenger, 2009). Celui-ci tente de mettre en correspondance TI et activités de la CoPs. Cela est très utile pour donner corps à une stratégie de personnalisation spécifique. Ce diagramme comporte deux aires principales divisées en cinq parties (cf. Figure 53) : (i) au centre on retrouve les activités de construction de la communauté, montrant la participation individuelle à gauche et la culture de la communauté à droite ; (ii) la couronne extérieure est consacrée aux autres types d'activités telles que les interactions synchrones et asynchrones et la publication. Un ensemble d'outils correspond à chaque zone. Pour faciliter l'utilisation de ce diagramme, nous le complétons avec la classification des outils décrite précédemment.



Légende :

- (1) Home page de la communauté
- (2) Outils de gestion de la communauté
- (3) Discussion en ligne
- (4) Annuaire des membres
- (5) Espace de travail partagé
- (6) Dépôt de documents
- (7) Moteur de recherche

Figure 53 : Panorama des outils support aux Cops et leurs catégories adapté de (Wenger, 2009)

3 Production scientifique relative à l'axe 2

3.1 Cas des ERP

Les travaux relatifs aux ERP traitent, par une démarche de recherche/action, de l'alignement des ERP sous l'angle de la gestion d'un risque. Ainsi, nous proposons de gérer l'alignement le plus tôt possible au cours de la phase d'adéquation en mettant place deux stratégies d'optimisation anticipative du risque : l'une agissant sur son effet, l'autre sur son occurrence. La première prend la forme d'une méthode d'ingénierie dirigée par les modèles appelée « Model-driven ERP alignment ». La seconde prend la forme d'une approche de gestion des facteurs de risque influençant le non-alignement appelée « Risk-factor driven ERP alignment ».

Les publications relatives à ces travaux sont récapitulées dans le Tableau 16.

	Objectifs	Publications
« Model-driven ERP alignment »	Etat de l'art des méthodes d'ingénierie dirigée par les modèles Proposition d'un algorithme de décision Proposition d'une méthode conforme à la norme ISO19439	C-ACTI.11 ACL.7 ACL.Soumise2
« Risque-factor driven ERP alignment »	Caractérisation des facteurs de risque influençant le non-alignement	C-ACTI.11

Tableau 16 : Production scientifique relative à l'alignement des ERP

3.2 S.I. support à la conception

Les travaux concernant les S.I. support à la conception sont relatifs à deux projets.

Le premier concerne la conception concurrente pièce/outillage en injection plastique. Ce projet, fruit d'une collaboration interne au laboratoire avec Laurence MEYLHEUC, concerne la proposition de modèles et d'un système intégrée au logiciel de CAO¹¹ permettant de gérer les influences mutuelles entre les caractéristiques de la pièce et celui de l'outillage.

Le second concerne le projet GT3 du cluster CREER concernant la conception et le développement de la plateforme d'information intelligente P2I. Il s'agit d'un projet co-financé par la Région Alsace, l'ADEME, la DRIRE en collaboration les Arts et Métiers de Chambéry. Ici, le lien vers les technologies de l'information et de la communication se fait grâce à un framework qui pointe les technologies à mettre en place en fonction de la stratégie de gestion des connaissances mise en œuvre. L'alignement est supporté par la proposition d'un modèle de référence en éco-conception couplé à un modèle de performance de cette activité. Cela permet de mettre la performance de l'activité de conception au cœur du S.I. à concevoir.

¹¹ Conception Assistée par Ordinateur

Les publications relatives à ces travaux peuvent être synthétisées de la manière suivante :

	Objectifs	Publications
Conception concurrente pièce/outillage	Modélisation de l'influence mutuelle propriétés pièces et matériaux Modélisation d'un processus de conception concurrente Intégration de fonctions de gestion de la connaissance à la CAO	ACL.6
P2I Plateforme d'Information Intelligente en éco-conception	Modèle de référence d'éco-conception Evaluation de la performance de l'activité d'éco-conception Framework de conception des KMS	C-ACTI.13 C-ACTI.14 ACL.10 ACL.9

Tableau 17 : Production scientifique relative aux S.I. support à la conception

B.5 PERSPECTIVES

Les perspectives présentées ici s'articulent autour de deux volets : (i) le développement d'autres facettes de l'alignement qui constitue une suite logique des axes 1 et 2 que nous avons détaillés précédemment et (ii) la transposition de la problématique d'alignement à d'autres domaines.

Pour le premier volet, nous menons une double réflexion : d'une part, celle de la question de la dynamique de l'alignement et d'autre part, l'alignement dans le contexte des S.I. inter-organisationnel.

Dans le deuxième volet, nous nous intéressons à l'alignement appliqué à d'autres domaines. Il s'agit alors de mettre en cohérence des entités pour améliorer un niveau de performance global. Nous présentons ici le cas de la gestion de l'eau qui nous semble être un champ porteur.

1 Vers d'autres facettes de l'alignement

Les travaux menés jusqu'à présent traitent de la construction de l'alignement pour un projet S.I. donné selon deux axes : (i) la conduite de l'alignement sous un triple point de vue et (ii) l'instrumentation de liens d'alignement particuliers. Au-delà de la complémentarité de ces travaux, deux axes de développement complémentaires apparaissent naturellement. Le premier est relatif à la dynamique et au maintien de l'alignement une fois l'alignement construit. Le deuxième s'intéresse à l'alignement pour les réseaux d'entreprise.

1.1 De la dynamique et du maintien de l'alignement

Concernant la dynamique et le maintien de l'alignement, une fois l'alignement construit, l'environnement dans lequel évolue l'organisation continue de changer impliquant un ajustement de l'alignement et donc son évolution au cours du temps. L'évolution de l'alignement au cours du temps est une question complexe qui est peu abordée dans la littérature. On peut essentiellement citer les travaux en management des S.I. tels que (Sabherwal, 2001) ou encore (Jouirou, 2009) qui s'intéressent aux mécanismes et processus par lesquels l'alignement au niveau stratégique émerge et se développe au cours du temps.

Ces auteurs examinent l'évolution du profil de gestion stratégique S.I./T.I. au cours du temps grâce au modèle de l'équilibre ponctué. Selon (Sabherwal, 2001), ce profil est représenté par quatre dimensions : (i) la stratégie concurrentielle de l'entreprise, (ii) sa structure organisationnelle, (iii) sa stratégie S.I./T.I. et (iv) la structure du S.I./T.I.. Ces quatre dimensions correspondent aux différents domaines du SAM mais ne sont pas détaillés en termes de composants mais en termes de comportements génériques (cf. Figure 54). La stratégie concurrentielle, par exemple, fait référence à la typologie de (Miles, 1978) à savoir : prospection, analyse, réaction, croissance.

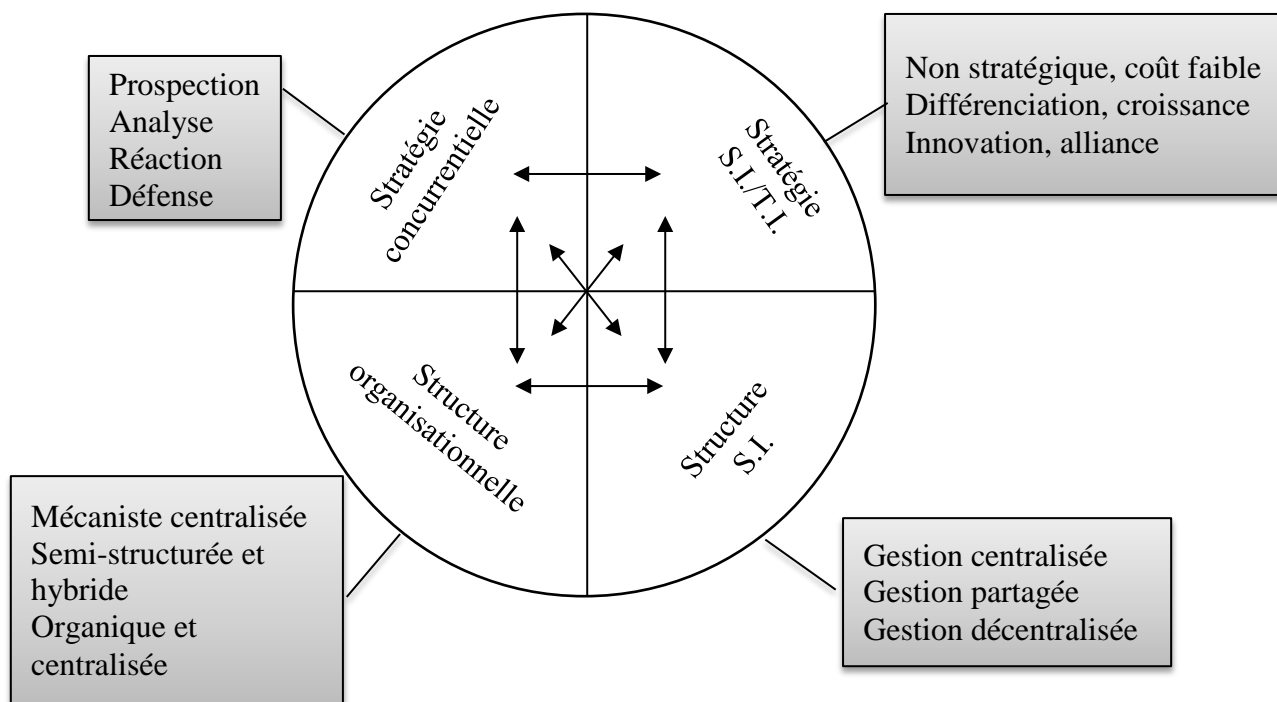


Figure 54 : Profil de gestion des S.I./T.I. (Sabherwal, 2001)

Les auteurs synthétisent trois profils d'alignement issus de la mise en correspondance des comportements génériques mis à jour pour chaque dimension (cf. Tableau 18). Selon le modèle d'équilibre ponctué, l'évolution se fait selon des périodes d'évolution lentes marquées par des périodes de révolutions brusques provoquant des changements rapides. Sur cette base, les auteurs définissent trois types de changements : (i) le changement évolutionnaire qui concerne un changement mineur dans une des quatre dimensions, (ii) le changement révolutionnaire (changement important dans trois des quatre dimensions) et (iii) les révolutions complètes relatives à un changement radical dans les quatre dimensions.

	Stratégie concurrentielle	Structure organisationnelle	Stratégie S.I./T.I.	Structure S.I./T.I.
Profil (1)	Défense	Mécanisme / centralisée	Coût faible	Centralisée
Profil (2)	Analyse	Semi-structurée	Coût faible et différenciation, croissance, alliance, innovation	Partagée
Profil (3)	Prospection	Organique/ décentralisée	Différenciation, croissance, alliance, innovation	Décentralisée

Tableau 18 : Profils d'alignement, adapté de (Sabherwal, 2001)

Les conclusions de l'analyse de trois études de cas montrent qu'il peut y avoir de longues périodes évolutionnaires non alignées. Cela est le cas lorsque le S.I. est considéré comme non stratégique. Les périodes révolutionnaires font suite à la combinaison des facteurs suivants :

modification dans l'environnement, niveau de performance perçu comme faible, nouveau leadership ou encore perception de transformation. Ces périodes sont généralement suivies de périodes post-révolutionnaires permettant de réajuster le profil. Cette vision est intéressante dans le sens où elle va à l'encontre de la thèse habituelle selon laquelle il s'agit d'aligner et de maintenir l'alignement à tout prix.

Si on considère que le modèle d'équilibre ponctué est pertinent pour décrire la dynamique de l'alignement, il serait intéressant de l'instrumentaliser de sorte à ce qu'il devienne un outil de gestion de l'alignement au cours du temps. En d'autres termes, l'objectif serait de passer d'une logique de maintien de l'alignement, par exemple par co-évolution de modèle telle qu'elle est proposée dans (Etien, 2006), à une logique de pilotage de la dynamique de l'alignement en s'appuyant sur le modèle d'équilibre ponctué. Ce modèle implique de pouvoir considérer l'alternance de périodes plus ou moins alignées. Il s'agirait donc de disposer des éléments nécessaires pour pouvoir « accepter » ou non un écart d'alignement. Cela permettrait d'articuler l'organisation et son S.I. dans une perspective dynamique de mouvement dans l'espace et le temps. Pour ce faire, il s'agirait de proposer des moyens de modéliser chaque type de période du modèle d'équilibre ponctué et de lui associer un certain nombre d'indicateurs permettant de détecter et piloter le passage d'une période à une autre.

Bien évidemment, les profils de gestion S.I./T.I. tels qu'ils sont définis dans (Sabherwal, 2001) devraient être détaillés. On pourrait modéliser les composants du SAM sous forme d'une architecture d'entreprise pour l'alignement. En effet, une architecture a, selon TOGAF (2009), deux significations qui dépendent du contexte : (i) *“A formal description of a system, or a detailed plan of the system at component level to guide its implementation”*, or (ii) *“The structure of components, their inter-relationships, and the principles and guidelines.”* Que nous traduisons par (i) « La description formelle d'un système ou un plan détaillé du système au niveau composant pour guider son implémentation » ou (ii) « La structure des composants, leurs inter-relations et les principes gouvernant leur conception et évolution au cours du temps ». C'est la deuxième vision de l'architecture qui nous intéresse. Des travaux préliminaires (CI.15), menés dans le cadre d'une collaboration avec PReCISE¹²- Université de Namur, consistent à évaluer le SAM à la lumière de la norme (ISO 15704, 2000) relative aux besoins pour une architecture d'entreprise de référence. Cette évaluation montre que le SAM couvre relativement bien les besoins d'applicabilité et de couverture mais qu'il est flou au niveau des concepts manipulés et pauvre du point de vue des composants. Cette analyse permet de réinterpréter les concepts du SAM en termes de besoins d'architecture. Ainsi, les niveaux et composants peuvent être considérés comme des vues de modélisation (pour un objectif ou une personne particulières). Les séquences d'alignement du SAM, quant à elles, peuvent être vues comme des activités du cycle de vie. Par ailleurs, la modélisation des différentes périodes du modèle d'équilibre ponctué pourrait s'appuyer sur le concept d'histoire de vie (*lifehistory* en anglais) qui a pour but de décrire les phases par lesquelles passe un système donné au cours du temps.

¹² Research Center in Information System Engineering

1.2 De l'alignement dans les réseaux d'entreprise

Une deuxième facette de l'alignement que nos travaux n'ont pas abordé est celle de l'alignement dans le cadre des réseaux d'entreprise dont fait partie l'entreprise étendue. Une entreprise étendue est une entreprise qui étend ses frontières pour inclure ses fournisseurs, consommateurs et partenaires sous forme de réseaux collaboratifs pour son propre bénéfice. Ce fonctionnement en réseaux implique de gérer la coordination entre elles. Celle-ci est fortement basée sur l'échange d'information et souvent traitée sous l'angle des problèmes d'interopérabilité selon les trois niveaux de l'EIF (European Interoperability Framework) présenté en Figure 5 à savoir : interopérabilité technique, sémantique et organisationnelle.

Nous pensons que le point de vue l'alignement peut apporter un éclairage complémentaire sur les relations inter-organisationnelles et leur S.I. L'alignement dans les réseaux d'entreprise a été traité, entre autres, dans (Neubert, 2011) qui s'intéresse au rôle de la mise en place de technologie RFID dans le cadre d'une chaîne logistique étendue ou encore dans (Cuenca, 2011a) qui propose une architecture d'entreprise pour l'alignement des S.I. dans le cas des entreprises étendues. Dans les deux cas, c'est le modèle SAM qui est exploité pour représenter l'alignement du réseau d'entreprise (cf. Figure 55). Ainsi, selon ces auteurs, l'alignement du réseau consisterait à superposer aux SAM particuliers de chaque entreprise du réseau, le SAM du réseau d'entreprise.

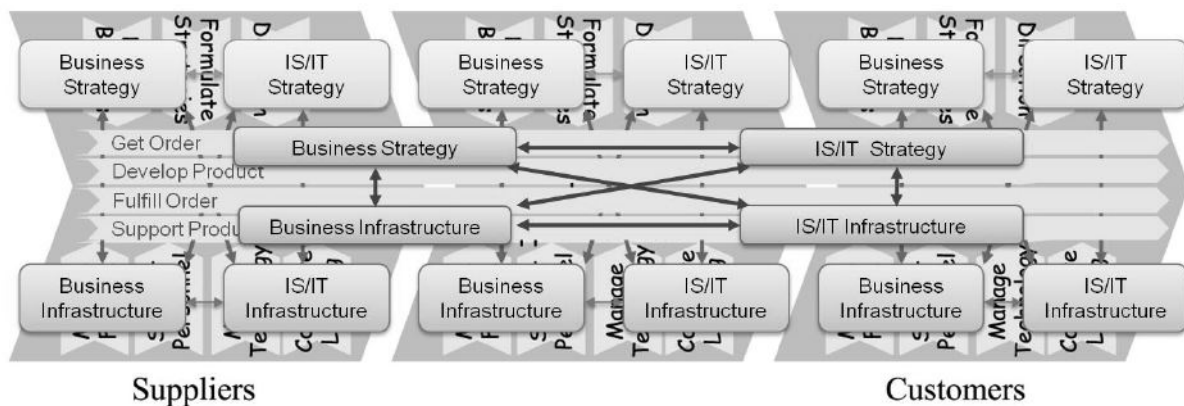


Figure 55 : Le SAM pour les entreprises étendues (Cuenca, 2011a)

De plus, dans (Cuenca, 2011a), un certain nombre de composants de modélisation permettant de compléter les architectures de modélisation existantes (cf. Tableau 19) est proposé. Parmi ces composants on peut citer la conceptualisation des stratégies S.I./T.I. ou encore l'évaluation de l'alignement stratégique. Cependant, le choix de ces composants n'est pas justifié et on ne voit pas en quoi ils ont attiré à l'alignement des entreprises en réseaux.

Components	Is it incorporated into the proposed framework?	New building blocks defined
IS/IT strategy definition in earlier life-cycle phases	Yes	IS/IT Conceptualization Strategic dependencies
Business and IS/IT strategic alignment assessment	Yes	IS/IT Conceptualization Alignment heuristics Maturity Model
Application and services portfolio	Yes	Application portfolio
Business and IS/IT alignment maturity model	Yes	Maturity model

Tableau 19 : Composants de modélisation pour l'alignement des entreprises étendues (Cuenca, 2011a)

Pour notre part, nous pensons qu'il s'agit d'aller au-delà de la simple duplication des modèles et méthodes d'alignement. Nous suggérons la proposition de patrons d'alignement dépendant de la caractérisation intrinsèque du réseau et de sa performance. Selon (Humphreys, 2001), il y a trois courants théoriques économiques principaux qui étudient les relations inter-organisationnelles, à savoir :

- *La théorie de l'échange* conceptualise les relations inter-organisationnelles en mettant l'accent sur l'atteinte de buts à travers l'échange inter-organisationnel. Les éléments d'échange peuvent être des clients, du travail ou d'autres ressources. Dans cette perspective l'échange ne nécessite pas forcément des avantages économiques mesurables. Cette théorie est donc adaptée pour étudier des transactions inter-organisationnelles sans profit ; l'interaction inter-organisationnelle se faisant sur une base de volontariat.
- *L'économie politique* suggère que l'échange inter-organisationnel a pour but d'obtenir des ressources et de maximiser les gains monétaires et de pouvoir. Dans ce cas, l'échange se fait dans un cadre légal gouverné par des lois et réglementations. Cette théorie est utile lorsque le domaine est subdivisé en un réseau d'organisations dépendantes conduisant à la formation d'une chaîne de valeur.
- *Les coûts économiques de transaction* cherchent à expliquer le choix d'une structure de gouvernance pour différents marchés et hiérarchies en analysant les activités économiques du point de vue des coûts de transaction. Les trois dimensions des coûts de transaction sont : l'incertitude, la fréquence de transaction et la spécificité des actifs. Dans cette théorie, l'hypothèse fondamentale est qu'une entreprise cherche à économiser les coûts de transaction par opportunisme dans un cadre de rationalité limitée.

A ces caractérisations économiques viennent s'ajouter l'étude des réseaux selon différents points de vue parmi lesquels on peut citer selon (Villarreal, 2005) :

- *L'aspect temporel de la collaboration* : il définit si la relation est opportuniste, occasionnelle, périodique, systématique ou encore permanente.
- *L'aspect relationnel de la collaboration* : il définit qui est concerné par la collaboration : par exemple, des concurrents, des organisations complémentaires, un donneur d'ordres et ses fournisseurs, une combinaison de ces relations ;
- *L'aspect topologique de la collaboration* : cet aspect est relatif à la structure de la collaboration : en étoile, en point à point, selon une chaîne linéaire, une combinaison de ces structures ;

- *L'aspect d'intimité de la collaboration* : relatif à la criticité ou la puissance des informations ou fonctions partagées par les partenaires.

Il s'agirait donc d'étudier ces caractérisations et de définir les caractéristiques pertinentes par rapport aux fonctionnalités des briques applicatives susceptibles de supporter au mieux une relation inter-organisationnelle donnée. Ainsi, un patron d'alignement permettrait de lier caractéristiques du réseau et brique applicative de sorte à guider la construction de l'alignement inter-organisationnel (cf. Figure 56).

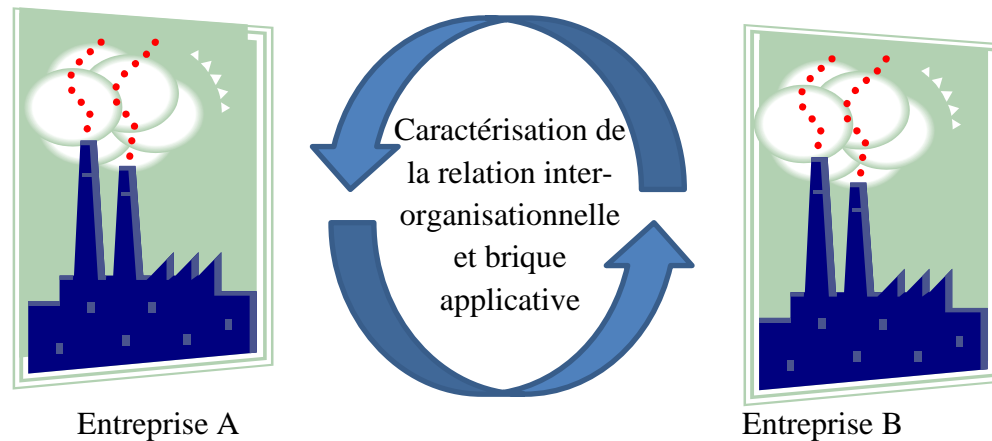


Figure 56 : Vers des patrons d'alignement dans les relations inter-organisationnelles

Sur cette base, un autre enjeu est de lier les stratégies concurrentielles et les S.I./T.I. des entreprises membres du réseau aux modalités de la relation inter-organisationnelle à mettre en place. L'objectif sous-jacent est de déployer l'alignement du niveau stratégique au niveau opérationnel. Pour ce faire, la modélisation des processus de coopération et la manière dont ils seront supportés par les systèmes informatiques est nécessaire. La difficulté réside dans la mise en place de la relation inter-organisationnelle alors que les entreprises qui en font partie doivent continuer à fonctionner.

Ici, des méthodologies orientées architecture d'entreprise telle que celle détaillée dans (Medini, 2012) pour les chaînes logistiques seraient un point de départ intéressant. Cependant, l'aspect alignement devrait être détaillé autrement que par la modélisation des tendances de l'environnement. Une modélisation orientée valeur, telle que e³ value détaillée dans (Gordijn, 2000) mettant l'accent sur les valeurs échangées entre acteurs d'un segment, serait pertinente puisqu'elle permettrait de replacer la relation inter-organisationnelle selon l'angle des valeurs échangées. De plus, le développement d'un modèle équivalent à SCOR (Supply Chain Operation Reference) (Supply Chain Council, 2010) pour d'autres types de relations que les chaînes logistiques pourraient être envisagé. En effet, la structure de SCOR comprend : (i) des descriptions standards des éléments individuels qui forment une chaîne logistique, (ii) des indicateurs de performance de la chaîne logistique, (iii) des bonnes pratiques associées à chaque élément de processus, (iv) l'identification des fonctionnalités logicielles permettant de supporter les bonnes pratiques et (v) l'identification des informations échangées entre les processus. De ce fait il comporte des éléments utiles à l'alignement. Ainsi, il a été exploité pour permettre l'alignement des ERP dans les chaînes logistiques dans (Millet, 2009) ou

encore l'orchestration des services dans le cadre de MES (Manufacturing Execution Systems) dans (Sakka, 2012).

1.3 De l'alignement dans d'autres domaines

Pour l'application à d'autres domaines, dans le contexte actuel et compte tenu du rapport de prospective en productique du GDR MACS (Grabot, 2012), le développement durable va prendre une place croissante dans la production de biens et de service. Ainsi, on peut se demander si les problématiques d'alignement telles que nous les avons traités pour les S.I. d'entreprise ne pourraient pas être transposées à d'autres domaines tels que la gestion de l'eau. La gestion efficiente de l'eau, notamment pour la distribution d'eau potable, est généralement associée à la réduction de la consommation d'eau. Celle-ci passe par un meilleur suivi de la consommation d'eau, l'amélioration de la distribution d'eau et la détection des pertes d'eau. Dans ce cadre, la tendance est à instrumenter les réseaux d'eau potable avec des équipements toujours plus autonomes et communicants, associée à la généralisation des compteurs intelligents ("smart meters") contribuant à rendre les réseaux d'eau potable de plus en plus « intelligents ». Cela implique une évolution profonde du métier d'exploitant en termes de compétences techniques et de modèle économique. Il serait donc intéressant d'étudier l'impact de ces technologies sur les pratiques d'exploitation des réseaux et aux modes de consommation d'eau.

De plus, à travers ces réseaux d'eau intelligents, une masse importante de données est collectée et utilisée pour suivre et gérer les différentes parties du réseau de manière isolée. Ainsi, la gestion de l'eau est considérée uniquement d'un point de vue local et non global. En effet, selon l'agenda de recherche stratégique de la WssTP (Water supply and sanitation Technology Platform)¹³, le secteur de l'eau est vaste, fragmenté et divers impliquant de fait des acteurs aussi variés que des institutions publiques, des organisations et services privés, des fournisseurs d'eau et des utilisateurs finaux. La variété des acteurs et leurs intérêts différents est un challenge clé pour le management intégré de la ressource en eau qui est défini comme : *“the coordinated development and management of water, land and related resources in order to maximise the resultant economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems.”* que nous traduisons par « le développement et le management coordonné de l'eau, des sols et des ressources naturelles pour maximiser l'état économique et social résultant de manière équitable sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux. » (Global water partnership, 2000). Chaque acteur du réseau d'eau collecte des données et gère sa « partie » de réseau centré sur ses propres intérêts et points de vue. Les différents acteurs n'interagissent pas les uns avec les autres car ils ignorent les besoins des autres acteurs ou ne voient pas l'intérêt de le faire. Ainsi, la collaboration au sein des réseaux d'eau est actuellement partielle, conduisant à un fonctionnement sous-optimal global du réseau.

¹³ <http://www.wsstp.eu/site/online/home>

De ce point de vue, la gestion efficiente de l'eau pourrait passer par un fonctionnement « aligné » de l'ensemble des acteurs. Ici un des enjeux serait la modélisation des réseaux d'acteurs et la formalisation des liens entre eux. Cela permettra de passer d'une vision locale de la performance de la gestion de l'eau centré sur le suivi des réseaux à une vision globale de la performance centrée gestion des acteurs impliqués dans la chaîne de valeur de l'eau (cf. Figure 58).

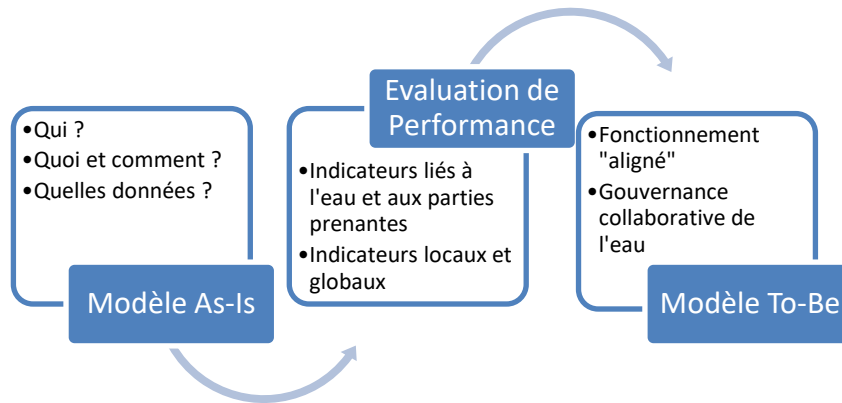


Figure 57 : De l'alignement dans les réseaux d'eau

B.6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 2005. *Environmental Management of Products: eco-design, life-cycle assessment, environmental label, ecological product certification (in French)* AFNOR, Saint-Denis-La Plaine, France.
- Aguilar, F.J., 1967. *Scanning the business environment*, Macmillan, New York.
- Alavi, M., Leidner, D.E., 2001. Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual foundations and research issues, *MIS Quarterly*, vol. 25, issue 1, p. 107-136.
- Amaral, A., Araújo, M., 2009. Project portfolio management phases: A technique for strategy alignment, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 58, p. 560-568.
- AMICE, 1993. *CIMOSA : Open Systems Architecture for CIM*, Springer-Verlag, Berlin, 2nd.
- Anaya, V., Berio, G., Harzallah, M., Heymans, P., Matulevičius, R., Opdahl, A.L., Panetto, H., Verdecho, M.J., 2010. The Unified Enterprise Modelling Language-Overview and further work, *Computers in Industry*, vol. 61, issue 2, p. 99-111.
- Andersson, B., Bergholtz, M., Edirisuriya, A., Ilayperuma, T., Jayaweera, P., Johannesson, P., Zdravkovic, J., 2008. Enterprise Sustainability through the Alignment of Goal Models and Business Models, in *Third International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'08) held in conjunction with CAiSE'08*, Montpellier, France, p. 73-87.
- Andersson, B., Bergholtz, M., Edirisuriya, A., Ilayperuma, T., Johannesson, P., Zdravkovic, J., 2007. Using Strategic Goal Analysis for Understanding and Enhancing Value-based Business Models, in *Second International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'07) held in conjunction with CAiSE'07*, Trondheim, Norway.
- Andersson, B., Bergholtz, M., Grégoire, B., Johannesson, P., Schmitt, M., Zdravkovic, J., 2006. From Business to Process Models - a Chaining Methodology, in *Fisrt International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability BUSITAL '06 held in conjunction with CAiSE'06*, Luxemburg, Luxemburg.
- Ansoff, H.I., 1980. Strategic Issue Management, *Strategic Management Journal*, vol. 1, issue 2, p. 131-148.
- APQC, 2001. *Building and Sustaining Communities of Practice: Continuing Success in Knowledge*, American Productivity and Quality Centre (APQC), Texas, United States of America.
- Asli, M.N., Dalfard, V.M., Poursalik, K., 2013. A combination model using strategic alignment model and balanced scorecard and strategies' prioritisation based on TOPSIS technique, *International Journal of Productivity and Quality Management*, vol. 12, issue 3, p. 313-326.
- Aversano, L., Grasso, C., Tortorella, M., 2012. A Literature Review of Business/IT Alignment Strategies, *Procedia Technology*, vol. 5, issue 0, p. 462-474.
- Avila, O., 2009a. *Contribution à l'alignment complet des systèmes d'information techniques*, Thèse de Doctorat Sciences et Technologies Industrielles - Université de Strasbourg.

- Avila, O., Goepp, V., Kiefer, F., 2009b. Understanding and classifying Information System alignment approaches, *Journal of Computer Information Systems*, vol. 50, issue 1, p. 2-14.
- Avison, D., Jones, J., Powell, P., Wilson, D., 2004. Using and validating the strategic alignment model, *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 13, issue 3, p. 223-246.
- Baccarini, D., Salm, G., P.E.D., L., 2004. Management of risks in information technology projects, *Industrial Management and Data Systems*, vol. 104, issue 4, p. 286-295.
- Baets, W., 1992. Aligning information systems with business strategy, *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 1, issue 4, p. 205-213.
- Bartoli, J.A., Le Moigne, J.L., 1996. *Organisation Intelligente et Système d'Information Stratégique*, Economica, Paris.
- Bergeron, F., Raymond, L., Rivard, S., 2004. Ideal patterns of strategic alignment and business performance, *Information & Management*, vol. 41, issue 8, p. 1003-1020.
- Berio, G., Vernadat, F.B., 2001. Enterprise modelling with CIMOSA: functional and organizational aspects, *Production Planning & Control*, vol. 12, issue 2, p. 128-136.
- Bernus, P., Nemes, L., 1997. Requirements of the generic enterprise reference architecture and methodology, *Annual Reviews in Control*, vol. 21, p. 125-136.
- Bleistein, S.J., Cox, K., Verner, J., 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*, vol. 48, issue 9, p. 846-868.
- Botta-Genoulaz, V., Millet, P.-A., Neubert, G., 2001. The role of Enterprise Modeling in ERP Implementation. International Conference on Industrial Engineering and Production Management, in *IEPM'01 : International Conference on Industrial Engineering and Production Management*, Quebec, Canada, p. 220-231.
- Botta-Genoulaz, V., Millet, P.A., 2006. An investigation into the use of ERP systems in the service sector, *International Journal of Production Economics*, vol. 99, issue 1-2, p. 202-221.
- Boucher, X., Chapron, J., Burlat, P., Lebrun, P., 2011. Process clusters for information system diagnostics: an approach by Organisational Urbanism, *Production Planning & Control*, vol. 22, issue 1, p. 91-106.
- Boussard, V., 2005. *Au nom de la norme : Les dispositifs de gestion entre normes organisationnelles et normes professionnelles*, L'HARMATTAN Paris.
- Breuls, J., 2008. Mise en place d'une mutualisation européenne de l'information technologique, réglementaire (...) et de sa diffusion, en vue de faciliter l'innovation technologique sur le recyclage et l'éco-conception de produits - Master R Mécanique Option IT, ULP, Strasbourg, juin.
- Bruno, G., Torchiano, M., 1999. Making CIMOSA operational: The experience with the PrimeObjects tool, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 279-291.
- Camponovo, G., Pigneur, Y., 2004. Information Systems alignment in uncertain environments, in *IFIP International Conference on Decision Support System DSS'2004: Decision Support in an Uncertain and Complex World*, Prato, Tuscany, p. 134-146.
- Cao, Q., Baker, J., Hoffman, J.J., 2012. The role of the competitive environment in studies of strategic alignment: A meta-analysis, *International Journal of Production Research*, vol. 50, issue 2, p. 567-580.

- Cauvet, C., Rosenthal-Sabroux, C., 2001. *Ingénierie des Systèmes d'information*, Hermès, Paris.
- Chalmeta, R., Campos, C., Grangel, R.J., 2001. Reference architectures for enterprise integration, *Journal of Systems and Software*, vol. 57, issue 3, p. 175-191.
- Chalmeta, R., Grangel, R., 2003. ARDIN extension for virtual enterprise integration, *Journal of Systems and Software*, vol. 67, issue 3, p. 141-152.
- Chan, Y.E., Reich, B.H., 2007. IT alignment: what have we learned, *Journal of Information Technology*, vol. 22, p. 297-315.
- Chapurlat, V., Braesch, C., 2008. Verification, validation, qualification and certification of enterprise models: Statements and opportunities, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 711-721.
- Chapurlat, V., Kamsu-Foguem, B., Prunet, F., 2006. A formal verification framework and associated tools for Enterprise Modeling: Application to UEMML, *Computers in Industry*, vol. 57, issue 2, p. 153-166.
- Chen, C.C., Law, C.C.H., Yang, S., 2009. Managing ERP Implementation Failure: A Project Management Perspective, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 56, issue 1, p. 157-170.
- Chen, D., Doumeingts, G., 2003. European initiatives to develop interoperability of enterprise applications - Basic concepts, framework and roadmap, *Annual Reviews in Control*, vol. 27 II, p. 153-162.
- Chen, D., Doumeingts, G., Vernadat, F., 2008. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 647-659.
- Chen, D., Vallespir, B., Doumeingts, G., 1997. GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology., *Computers in Industry*, vol. 33, issue 2-3, p. 387-394.
- Chen, D., Vernadat, F., 2004. Standards on enterprise integration and engineering - state of the art, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 17, issue 3, p. 235-253.
- Chen, H.M., Kazman, R., Garg, A., 2005. BITAM: An engineering-principled method for managing misalignments between business and IT architectures, *Science of Computer Programming*, vol. 57, issue 1, p. 5-26.
- Chen, L., 2010. Business-IT alignment maturity of companies in China, *Information and Management*, vol. 47, issue 1, p. 9-16.
- Chen, Y.-M., Liu, J.-J., 1999. Cost-effective design for injection molding, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 15, issue 1, p. 1-21.
- Chou, S.-W., Chang, Y.-C., 2008. The implementation factors that influence the ERP (enterprise resource planning) benefits, *Decision Support Systems*, vol. 46, p. 149-157.
- Chou, T.C., Weng, P.D., Wu, T.C., 2013. Exploring design-fits for the strategic alignment of information systems with business objectives, *Information Research*, vol. 18, issue 1.
- Coughlan, J., Lycett, M., Macredie, R.D., 2005. Understanding the business-IT relationship, *International Journal of Information Management*, vol. 25, issue 4, p. 303-319.
- Cragg, P., King, M., Hussin, H., 2002. IT alignment and firm performance in small manufacturing firms, *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 11, issue 2, p. 109-132.

- Croteau, A.-M., Bergeron, F., 2001. An information technology trilogy: business strategy, technological deployment and organizational performance, *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 10, issue 2, p. 77-99.
- Croteau, A.M., Raymond, L., 2004. Performance outcomes of strategic and IT competencies alignment, *Journal of Information Technology*, vol. 19, issue 3, p. 178-190.
- Cuenca, L., Boza, A., Ortiz, A., 2011a. Architecting Business and IS/IT Strategic Alignment for Extended Enterprises, *Studies in Informatics and Control*, vol. 20, issue 1, p. 7-18.
- Cuenca, L., Boza, A., Ortiz, A., 2011b. An enterprise engineering approach for the alignment of business and information technology strategy, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 24, issue 11, p. 974-992.
- Daoudi, F., 2007. The Co-evolution of Business Goals and Business Processes in a Changing Situation, in *Second International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'07) held in conjunction with CAiSE'07*, Trondheim, Norway.
- Darras, F., 2004. *Proposition d'un cadre d'analyse pour la conception et le fonctionnement d'un ERP*, Thèse de Doctorat en Systèmes Industriels, INP Toulouse.
- Davenport, T.H., 1998. Putting the enterprise into the enterprise system, *Harvard Business Review*, vol. 76, issue 4, p. 121-131.
- Davis, G.B., Olson, M.H., 1985. *Management information systems: conceptual foundations structure, and development*, Mc Graw Hill, New-York.
- Deixonne, J.-L., 2001. *Piloter un projet ERP: transformer et dynamiser l'entreprise par un système d'information intégré orienté métier*, Paris, Dunod.
- Doumeings, G., Malhéné, N., Villenave, C., 2001. GEM: GRAI evolution method: A case study, *International Journal of Technology Management*, vol. 22, issue 1-3, p. 189-211.
- Doumeings, G., Vallespir, B., Zanettin, M., Chen, D., 1992. GIM, GRAI Integrated Methodology - a methodology for designing CIM systems, Version 1.0 Rapport technique, LAP/GRAI, Université de Bordeaux I, France.
- Doumi, K., Baïna, S., Baïna, K., 2011. Business IT alignment: A survey, in *13th International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2011*, Beijing, p. 493-499.
- Ducq, Y., Chen, D., Vallespir, B., 2004. Interoperability in enterprise modelling: Requirements and roadmap, *Advanced Engineering Informatics*, vol. 18, issue 4, p. 193-203.
- El Mekawy, M., Rusu, L., Ahmed, N., 2009. Business and IT alignment: An evaluation of strategic alignment models, *Communications in Computer and Information Science*, vol. 49, p. 447-455.
- Etien, A., 2006. *Ingénierie de l'alignement : Concept, Modèle et Processus. La méthode ACEM pour l'alignement d'un système d'information aux processus d'entreprise*, Thèse de Doctorat en Informatique, Université de Paris I, Panthéon Sorbonne.
- Etien, A., Rolland, C., 2005. Measuring the fitness relationship, *Requirements Engineering*, vol. 10, issue 3, p. 184-197.
- Ewusi-Mensah, K., 1997. Critical issues in abandoned information systems development projects, *Communications of the Acm*, vol. 40, issue 9, p. 74-80.
- Fimbel, E., 2004. *Alignement stratégique. Synchroniser les systèmes d'information avec les trajectoires et manoeuvres des entreprises.*, Village Mondial, Paris.

- Fritscher, B., Pigneur, Y., 2011. Business IT alignment from business model to enterprise architecture, in *Sixth International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability BUSITAL '06 held in conjunction with CAiSE 2011*, London, Great Britain, p. 4-15.
- Geiskopf, F., Goepp, V., Kiefer, F., Caillaud, E., 2009. A problem driven approach to interface manufacturing strategy analysis and manufacturing system design, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 57, issue 1, p. 355-367.
- Gericke, A., Stutz, M., 2006. IT/business alignment, *Wirtschaftsinformatik*, vol. 48, issue 5, p. 362-367.
- Ghédira, K., 2006. *Logistique de la production: Approches de modélisation et de résolution*, Editions Technip, Paris.
- Global water partnership, 2000. Integrated water resources management. Technical Advisory Committee Background Paper [available online http://www.gwptoolbox.org/images/stories/gwplibrary/background/tac_4english.pdf last 05th june 2013].
- Gmati, I., 2012. *Proposition d'une méthode pour l'ingénierie de l'alignement métier/SI : Diagnostic, Evolution, Alternatives technologiques et Décision La méthode DEEVA (DEsign and EVolution of Alignment)*, Thèse de Doctorat en Informatique, Université Paris I, Panthéon Sorbonne.
- Gmati, I., Nurcan, S., 2007. A Framework for Analyzing Business/Information System Alignment Requirements., in *International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'07)*, Madeira, Portugal.
- Gmati, I., Rychkova, I., Barrios, J., Nurcan, S., 2010. Return on Experience of the Implementation of a Business-IT Alignment Approach: Theory and Practice, in *Fifth International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability BUSITAL'10 held in conjunction with CAiSE'10*, Hammamet, Tunisia, p. 76-90.
- Goepp, 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 de Doctorat en Génie des Systèmes Industriels, INPL Nancy.
- Goepp, V., Kiefer, F., Avila, O., 2008. Information system design and integrated enterprise modelling through a key-problem framework, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 660-671.
- Gordijn, J., Akkermans, J.M., van Vliet, J.C., 2000. Business Modeling is not Process Modeling, Conceptual Modeling for E-Business and the Web, *LNCS 1921: Springer-Verlag*, p. 40-51.
- Gordijn, J., Daneva, M., 2007. Preface, in *BUSITAL'07 : Second International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability in conjunction with 19th International Conference on Advanced Information Systems Engineering*, Trondheim, Norway.
- Gourc, D., 2006. *Vers un modèle général du risque pour le pilotage et la conduite des activités de biens et de services, Propositions pour une conduite des projets et une gestion des risques intégrées*, Habilitation à Diriger des Recherches, INP Toulouse.
- Gouyon, D., 2004. *Contrôle par le produit des systèmes d'exécution de la production : apport des techniques de synthèse*, Thèse de Doctorat en Automatique, Traitement du Signal, Génie Informatique, Université Henri Poincaré, Nancy-I.

- Grabot, B., 2012. GDR MACS Perspectives STP Sciences et Techniques de la Production de biens et de services, [available online <http://www.univ-valenciennes.fr/gdr-macs/prospectivesast> last access 3rd Mai 2013].
- Grangel, R., Bigand, M., Bourey, J.P., 2010. Transformation of decisional models into UML: Application to GRAI grids, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 23, issue 7, p. 655-672.
- Grundstein, M., 2009. GAMETH®: A constructivist and learning approach to identify and locate crucial knowledge, *International Journal Knowledge and Learning*, vol. 5, issue 3-4, p. 289-305.
- Guo, X., Yan, J., 2006. Research on enterprise integration based on model-driven architecture, *Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University*, vol. 34, issue 3, p. 405-409.
- Gzara, L., 2000. *Les patterns pour l'ingénierie des systèmes d'information produit*, Thèse de Doctorat en Génie Industriel, Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Halleux, P., Mathieu, L., Andersson, B., 2008. A Method to Support the Alignment of Business Models and Goal Models, in *Third International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'08) held in conjunction with CAiSE'08*, Montpellier, France.
- Hayes, R., Wheelright, S.C., Clarke, K., 1988. *Dynamic Manufacturing - Creating the learning Organisation*, Free Press, New-York.
- Henderson, J.C., Venkatraman, N., 1993. Strategic alignment: leveraging information technology for transforming organizations, *IBM Systems Journal*, vol. 32, issue 1, p. 4-17.
- Hesselbach, J., Herrmann, C., Mansour, M., Ieee, 2003. *Knowledge management as a support of an efficient eco design*, Ieee, New York.
- Hill, T., 1995. *Manufacturing Strategy: Text and Cases*, Macmillian Business, UK.
- Hirschheim, R., Sabherwal, R., 2001. Detours in the path toward strategic information systems alignment, *California Management Review*, vol. 44, issue 1, p. 87-108.
- Ho, L.T., Lin, G., Nagalingam, S., 2009. A risk mitigation framework for integrated-enterprise systems implementation for the manufacturing environment, *International Journal of Business Information Systems*, vol. 4, issue 3, p. 290-310.
- Hong, K.K., Kim, Y.G., 2002. The critical success factors for ERP implementation: an organizational fit perspective, *Information & Management*, vol. 40, issue 1, p. 25-40.
- Hough, J., Liebig, K., 2013. An analysis of strategic alignment tools, *Corporate Ownership and Control*, vol. 10, issue 2 D,CONT3, p. 591-603.
- Hsiao, R., Ormerod, R., 1998. A New Perspective on the Dynamics of IT-Enabled Strategic Change, *Information Systems Journal*, vol. 8, issue 1, p. 21-52.
- Hu, W., Masood, S., 2002. An Intelligent Cavity Layout Design System for Injection Moulds, *International Journal of CAD/CAM*, vol. 2, issue 1, p. 69-75.
- Huang, C.D., Hu, Q., 2007. Achieving IT-business strategic alignment via enterprise-wide implementation of balanced scorecards, *Information Systems Management*, vol. 24, issue 2, p. 173-184.
- Huang, S.-M., Chang, I.-C., Li, S.-H., Lin, M.-T., 2004. Assessing risk in ERP projects: identify and prioritize the factors, *Industrial Management and Data Systems*, vol. 104, issue 8, p. 681-688.

- Huat Lim, S., Juster, N., de Pennington, A., 1997. Enterprise modelling and integration: a taxonomy of seven key aspects, *Computers in Industry*, vol. 34, issue 3, p. 339-359.
- Huemer, C., Schmidt, A., Werthner, H., Zapletal, M., 2008. A UML Profile for the e3-Value e-Business Model Ontology, in *Third International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'08) held in conjunction with CAiSE'08*, Montpellier, France.
- Humphreys, P.K., Lai, M.K., Sculli, D., 2001. An inter-organizational information system for supply chain management, *International Journal of Production Economics*, vol. 70, issue 3, p. 245-255.
- IDC, 2012. ERP and business software: A mature market that develop news growths (in french).
- IFAC-IFIP Task force, 1997. *GERAM : Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology, Version 1.4*, ISO TC184/SC 5/WG 1, N398.
- in der Maur, W., van Walbeek, W., Batenburg, R., 2009. A framework for integrating IT governance and business/IT alignment principles, *International Journal of Business Innovation and Research*, vol. 3, issue 5, p. 555-573.
- Iskanius, P., 2009. Risk Management in ERP Project in the Context of SMEs, *Engineering Letters*, vol. 17.
- ISO 15704, 2000. Industrial automation systems - Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies.
- ISO 19439, 2006. Enterprise integration - Framework for enterprise modelling
- ISO 19440, 2007. Enterprise integration - Constructs for enterprise modelling.
- ISO/IEC Guide 73:2002 (E/F), 2002. Risk Management Vocabulary - Guidelines for use in standards.
- ISO/TR 14062, 2002. Environmental management - Integrating environmental aspects into product design and development.
- Jarvenpaa, S.L., Ives, B., 1994. The global network organization of the future: Information management opportunities and challenges, *Journal of Management Information Systems*, vol. 10, issue 4, p. 25-57.
- Jayaweera, P., Petit, M., 2009. Classifying Business Rules to Guide the Systematic Alignment of a Business Value Model to Business Motivation, in *Fourth International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'09) held in conjunction with CAiSE'09 Conference*, Amsterdam, The Netherlands.
- Jenkin, T.A., Chan, Y.E., 2010. IS project alignment - a process perspective, *Journal of Information Technology*, vol. 25, issue 1, p. 35-55.
- Johansson, G., 2002. Success Factors for Integration of Ecodesign in Product Development - A Review of State-of-the-art, *Environmental Management and Health*, vol. 13, issue 1, p. 98-107.
- Jouffroy, P., 2010. *ERP, méthode pratique de mise en oeuvre pour PME et PMI*, Paris, Eyrolles.
- Jouirou, N., Kalika, M., 2009. Mise en place d'un ERP, transformation de l'entreprise et dynamique de l'alignement, in *14ème colloque de l'AIM*, Marrakech, Maroc.

- Kalpic, B., Polajnar, A., 1997. Model of the holistic information integration of an enterprise, *Strojarstvo*, vol. 39, issue 6, p. 275-280.
- Kaplan, R.S., Norton, D., 2003. *Le tableau de bord prospectif*, Editions d'Organisation, Paris.
- Kazmer, D.O., 2007. *Injection Mold Design Engineering*, Hanser Gardner Publications, Munich.
- Kearns, G.S., Lederer, A.L., 2003. A resource-based view of strategic IT alignment: How knowledge sharing creates competitive advantage, *Decision Sciences*, vol. 34, issue 1, p. 1-29.
- Kearns, G.S., Sabherwal, R., 2006. Strategic alignment between business and information technology: A knowledge-based view of behaviors, outcome, and consequences, *Journal of Management Information Systems*, vol. 23, issue 3, p. 129-162.
- Khan, S.A., Qureshi, S.A., Zaheer, A., 2012. Environmental Forces and IS Strategic Alignment Model: an Empirical Study of Service Industry in Pakistan, *Actual Problems of Economics*, issue 130, p. 266-275.
- Kimms, S., McTaggart, R., 1988. *The Action Research Planner*, (3ème édition révisée) Deakin University Press, Victoria, Australia.
- Kosanke, K., 1995. CIMOSA - Overview and status, *Computers in Industry*, vol. 27, issue 2, p. 101-109.
- Kosanke, K., Nell, J.G., 1999a. Standardization in ISO for enterprise engineering and integration, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 311-319.
- Kosanke, K., Vernadat, F.B., Zelm, M., 1999b. CIMOSA : enterprise engineering and integration, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2-3, p. 83-97.
- Kosanke, K., Zelm, M., 1999c. CIMOSA modelling processes, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 141-153.
- Kurczewski, P., Lewandowska, A., 2010. ISO 14062 in theory and practice - ecodesign procedure. Part 2: practical application, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 15, issue 8, p. 777-784.
- Lankhorst, M., 2005. *Enterprise architecture at work: Modelling, communication and analysis*, Springer.
- Le Moigne, J.L., 1990. *La modélisation des systèmes complexes*, Paris, France, Dunod.
- Lee, S.M., Kim, K., Paulson, P., Park, H., 2008. Developing a Socio-technical framework for business-IT alignment, *Industrial Management & Data Systems*, vol. 108, issue 9, p. 1167-1181.
- Lemoigne, J.-L., 1990. *Modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris.
- Lequeux, J.-L., 1999. *Manager avec les ERP, Progiciels de Gestion Intégrés et Internet*, Paris, Editions d'Organisation.
- Lewandowska, A., Kurczewski, P., 2010. ISO 14062 in theory and practice - ecodesign procedure. Part 1: structure and theory, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 15, issue 8, p. 769-776.
- Li, H., Williams, T.J., 2004. A vision of enterprise integration considerations: A holistic perspective as shown by the purdue enterprise reference architecture, in *4th International Conference on Enterprise Integration and modeling technology (ICEIMT'04)*.

- Liles, D.H., John, M.E., Meade, L., 1996a. Enterprise engineering discipline, in *1996 5th Industrial Engineering Research Conference*, Minneapolis, MN, USA, p. 479-484.
- Liles, D.H., Presley, A.R., 1996b. Enterprise modeling within an enterprise engineering framework, in *1996 Winter Simulation Conference, WSC'96*, Coronado, CA, USA, p. 993-999.
- Lindhal, M., 2003. Designers' utilization of DfE methods, in *1st International Workshop on "sustainable consumption"*, Tokyo, Japan.
- Lofthouse, V., 2006. Ecodesign tools for designers: defining the requirements, *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, issue 15-16, p. 1386-1395.
- Longépé, C., 2004. *Le projet d'urbanisation du SI - Démarche pratique avec cas concrets*, Dunod, 2nd Edition, Paris.
- Luftman, J., 2003. Assessing IT business alignment, *Information Systems Management*, vol. 20, issue 4, p. 9-15.
- Luftman, J., Ben-Zvi, T., 2011. Key Issues for IT Executives 2011: Cautious Optimism in Uncertain Economic Times, *Mis Quarterly Executive*, vol. 10, issue 4.
- Luftman, J., Brier, T., 1999. Achieving and sustaining business-IT alignment, *California Management Review*, vol. 42, issue 1, p. 109-122.
- Luftman, J.N., Lewis, P.R., Oldach, S.H., 1993. Transforming the Enterprise: The Alignment of Business and Information Technology Strategies, *IBM Systems Journal*, vol. 32, issue 1, p. 198-221.
- Ma, J., Hemmje, M., 2002. *Knowledge management: System architectures, main functions, and implementing techniques*, Engineering and Deployment of Cooperative Information Systems, Proceedings, Han, Y., Wikarski, D., Tai, S., eds., p. 155-167.
- Maier, R., 2004. *Knowledge Management Systems: Information and Communication Technologies for Knowledge Management*, Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- Malhotra, R., Temponi, C., 2010. Critical decisions for ERP integration: Small business issues, *International Journal of Information Management*, vol. 30, issue 1, p. 28-37.
- Mamoghli, S., Goepp, V., Botta-Genoulaz, V., 2011. A decision algorithm for ERP systems alignment, *International Journal of Business Information Systems*, vol. 8, issue 1, p. 23-45.
- Marca, D.A., McGowan, C.L., 1987. *SADT, Structured Analysis and Design Technique*, McGraw-Hill, Inc., New York, NY, USA.
- Marxt, C., Hacklin, F., 2005. Design, product development, innovation: all the same in the end? A short discussion on terminology, *Journal of Engineering Design*, vol. 16, issue 4, p. 413-421.
- Mason, R., Mitroff, I., 1973. *Reversing the logic*, The information research challenge, Harvard Business School Press.
- McDermott, R., 2000. Critical success factors in building communities of practice, *Knowledge Management Review*, vol. 3, issue May-June.
- McIntosh, K.G., 1995. *Engineering Data Management - A guide to successful implementation*, McGraw-Hill.
- Medini, K., Bourey, J.P., 2012. SCOR-based enterprise architecture methodology, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 25, issue 7, p. 594-607.

- Mertins, K., Jochem, R., 2005. Architectures, methods and tools for enterprise engineering, *International Journal of Production Economics*, vol. 98, issue 2, p. 179-188.
- Miles, R.E., Snow, C.C., 1978. *Organizational Strategy, Structure and Process*, Mc Graw-Hill, New-York.
- Millet, P.-A., 2008. *Une étude de l'intégration organisationnelle et informationnelle. Application aux systèmes d'informations de type ERP*, Thèse de Doctorat en Informatique, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- Millet, P.-A., Schmitt, P., Botta-Genoulaz, V., 2009. The SCOR model for the alignment of business processes and information systems, *Enterprise Information Systems*, vol. 3, issue 4, p. 393-407.
- Millet, P.A., 2013. Toward a model-driven, alignment-oriented ERP methodology, *Computers in Industry*, vol. 64, issue 4, p. 402-411.
- Mitropoulos, S., 2012. A simulation-based approach for IT and business strategy alignment and evaluation, *International Journal of Business Information Systems*, vol. 10, issue 4, p. 369-396.
- Mok, C.K., Chin, K.S., Ho, J.K.L., 2001. An interactive knowledge-based CAD system for mould design in injection moulding processes, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 17, issue 1, p. 27-38.
- Monod, E., 2002. *Epsitémologie de la recherche en systèmes d'information*, Faire de la recherche en système d'information, Vuibert, FNEGE, Paris.
- Morley, C., Hugues, J., Leblanc, B., 2006. *UML 2 pour l'analyse d'un système d'information, le cahier des charges du maître d'ouvrage*, Dunod, 3ème édition Paris, France.
- Morton, N.A., Hu, Q., 2008. Implications of the fit between organizational structure and ERP: A structural contingency theory perspective, *International Journal of Information Management*, vol. 28, p. 391-402.
- Mussa, M.A., Dominic, P.D.D., Downe, A.G., Loke, S.P., Thamaraiselvan, N., 2013. Aligning IT strategy with business strategy for competitive advantage: A structural equation model, *International Journal of Business Excellence*, vol. 6, issue 4, p. 425-447.
- Neubert, G., Dominguez, C., Ageron, B., 2011. Inter-organisational alignment to enhance information technology (IT) driven services innovation in a supply chain: The case of radio frequency identification (RFID), *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 24, issue 11, p. 1058-1073.
- Ngwenyama, O.K., Grant, D.A., 1994. Enterprise modeling for CIM information systems architectures: An object-oriented approach, *Computers and Industrial Engineering*, vol. 26, issue 2, p. 279-293.
- Nonaka, I., Takeuchi, H., 1995. *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, New-York.
- Noori, H., Mavaddat, F., 1998. Enterprise integration: Issues and methods, *International Journal of Production Research*, vol. 36, issue 8, p. 2083-2097.
- Ortiz, A., Lario, F., Ros, L., 1999. Enterprise Integration--Business Processes Integrated Management: a proposal for a methodology to develop Enterprise Integration Programs, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2-3, p. 155-171.

- Osterwalder, A., Pigneur, Y., 2010. *Business model generation : a handbook for visionaries, game changers, and challengers*, Wiley.
- Panetto, H., 2007. Towards a classification framework for interoperability of enterprise applications, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 20, issue 8, p. 727-740.
- Panetto, H., Jardim-Goncalves, R., Molina, A., 2012. Enterprise integration and networking: Theory and practice, *Annual Reviews in Control*, vol. 36, issue 2, p. 284-290.
- Panetto, H., Molina, A., 2008. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 641-646.
- Pantakar, A.K., Adiga, S., 1995. Enterprise integration modeling: a review of theory and practice, *Computer integrated manufacturing systems*, vol. 8, issue 1, p. 21-34.
- Papazoglou, M.P., Heuvel, W.J.A.M., 2000. *Configurable Business Objects for Building Evolving Enterprise Models and Applications*, Business Process Management: Models, Techniques and Empirical Studies, W.M.P. van der Aalst, J. Desel, & A. Oberweis, ed., Springer-Verlag, Berlin, p. 328-344.
- Papp, R., 1999. Business-IT alignment: productivity paradox payoff?, *Industrial Management & Data Systems*, vol. 99, issue 7-8, p. 367-373.
- Pijpers, V., Gordijn, J., 2008. Consistency Checking Between Value Models and Process Models: A Best-of-Breed Approach, in *Third International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'08) held in conjunction with CAiSE'08*, Montpellier, France.
- Pombinho, J., Aveiro, D., Tribolet, J., 2012. A Value-Oriented Approach to Business/IT Alignment – Towards Formalizing Purpose in System Engineering, in *Seventh International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'08) held in conjunction with CAiSE'12*, Gdańsk, Poland.
- Pongatchat, P., Johnston, R., 2008. Exploring strategy-misaligned performance measurement, *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 57, issue 3, p. 207-222.
- Prakash, N., Rolland, C., 2001. Matching ERP System Functionality to Customer Requirements, in *5th IEEE International Symposium on Requirements Engineering*, Toronto, Canada, p. 27-31.
- Preston, D., Karahanna, E., 2009. How to Develop a Shared Vision: the Key to IS Strategic Alignment, *Mis Quarterly Executive*, vol. 8, issue 1, p. 1-8.
- Proper, E., Harmsen, F., Dietz, J.L.G., 2009. Advances in Enterprise Engineering II, *Lecture Notes in Business Information Processing*, vol. 28.
- Quella, F., Schmidt, W.-P., 2003a. Integrating environmental Aspects into Product Design and Development The new ISO TR 14062 - Part 1: Executive Summary, *Gate to EHS: Life Cycle Management - Design for Environment*, p. 1-2.
- Quella, F., Schmidt, W.-P., 2003b. Integrating environmental Aspects into Product Design and Development The new ISO TR 14062 - Part 2: Contents and Practical solutions, *Gate to EHS: Life Cycle Management - Design for Environment*, p. 1-7.
- Quellenec, C., 2007. *ERP Levier de Transformation de l'Entreprise*, Hermes, Paris.

- Ralyté, J., 2001. *Ingénierie des méthodes à base de composants*, Université Paris I - Sorbonne.
- Randoing, J.-M., 1995. *Les SGDT*, Hermès, Paris.
- Rees, H., 2002. *Mold Engineering*, Hanser Gardner Publications, Munich.
- Regev, G., Wegmann, A., 2004. Remaining Fit: On the Creation and Maintenance of Fit, in *BPMDs Workshop on Creating and Maintaining the Fit between Business Processes and Support Systems*, Riga, Latvia, p. 131-137.
- Reich, B.H., Benbasat, I., 1996. Measuring the Linkage between Business and Information Technology Objectives, *MIS Quarterly*, vol. 20, issue 1, p. 55- 81.
- Reix, R., Fallery, B., Kalika, M., Rowe, F., 2011. *Système d'information et management des organisations*, Magnard-Vuibert, Paris.
- Robin, V., Girard, P., 2010. An integrated product-process-organization model to manage design system, *International Journal of Product Development*, vol. 10, issue 4, p. 318-337.
- Robin, V., Rose, B., Girard, P., 2007. Modelling collaborative knowledge to support engineering design project manager, *Computers in Industry*, vol. 58, issue 2, p. 188-198.
- Rolland, C., Ben Achour, C., Cauvet, C., Ralyté, J., Sutcliffe, A., Maiden, N., Jarke, M., Haumer, P., Pohl, K., Dubois, E., Heymans, P., 1998. A Proposal for a Scenario Classification Framework, *Requirements Engineering Journal*, vol. 3, issue 1, p. 23-47.
- Rolland, C., Prakash, N., Benjamin, N., 1999. A multi-model view of process modelling, *Requirements Engineering Journal*, vol. 4, issue 3, p. 169-187.
- Roque, M., Vallespir, B., Doumeings, G., 2008. Interoperability in enterprise modelling: Translation, elementary constructs, meta-modelling and UEMML development, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 672-681.
- Rothwell, R., Gardiner, J.P., Schott, K., Pick, K., 1983. *Design and the Economy, The Role of Design and Innovation in the Prosperity of Industrial Companies*, Design Council, London.
- Sabherwal, R., Hirschheim, R., Goles, T., 2001. The Dynamics of Alignment: Insights from a Punctuated Equilibrium Mode, *Organization Science*, vol. 12, issue 2, p. 179-197.
- Sakka, O., 2012. *Alignement sémantique entre référentiels d'entreprise - Application aux systèmes d'exécution de la fabrication (MES)*, Thèse de Doctorat en Informatique, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon.
- Salem, R.B., Grangel, R., Bourey, J.P., 2008. A comparison of model transformation tools: Application for Transforming GRAI Extended Actigrams into UML Activity Diagrams, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 682-693.
- Santamaria-Sanchez, L., Nunez-Nickel, M., Gago-Rodriguez, S., 2010. The role played by interdependences in ERP implementations: An empirical analysis of critical factors that minimize elapsed time, *Information & Management*, vol. 47, p. 87-95.
- Sarkis, J., Presley, A., Liles, D.H., 1995. The management of technology within an enterprise engineering framework, *Computers and Industrial Engineering*, vol. 28, issue 3, p. 497-511.
- Scheer, A.W., Nüttgens, M., 2000. ARIS Architecture and Reference Models for Business Process Management, *Lecture Notes in Computer Science Business Process Management: Models, Techniques and Empirical Studies*, vol. 1806, p. 376-389.

- Scott Morton, M., 1991. *The Corporation of the 1990s: Information Technology and Organizational Transformation*, Oxford University Press, New York, Oxford.
- Shao, Z., Feng, Y., Liu, L., 2012. The fit between IS leadership style and business strategy to achieve business-IS strategic alignment, *Journal of Convergence Information Technology*, vol. 7, issue 5, p. 113-121.
- Sheldon, D.F., 2004. A review on the relevance of design science in a global product development arena, *Journal of Engineering Design*, vol. 15, issue 6, p. 541-550.
- Shinobu, S., Shuichiro, Y., 2006. The incremental goal evolution process methodology, in *First International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability BUSITAL '06 held in conjunction with CAiSE'06*, Luxemburg, Luxemburg.
- Shorter, D., 1994. An evaluation of CIM modelling constructs evaluation report of constructs for views according to ENV 40 003, *Computers in Industry*, vol. 24, issue 2-3, p. 159-236.
- Shorter, D., 1999. CEN standardization activities related to CIMOSA, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 305-310.
- Silva, L., Figueroa B, E., González-Reinhart, J., 2007. Interpreting IS alignment: A multiple case study in professional organizations, *Information and Organization*, vol. 17, issue 4, p. 232-265.
- Singh, S., Woo, C., 2008. A Methodology for Discovering Goals at Different Organizational Levels, in *Third International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'08) held in conjunction with CAiSE'08*, Montpellier, France.
- Soffer, P., Golany, B., Dori, D., 2005. Aligning an ERP system with enterprise requirements: An object-process based approach, *Information & Management*, vol. 44, issue 8, p. 666-680.
- Sotiaux, Y., 2008. *Management d'équipe de projet, mode d'emploi*, Le mans, Gereso librairie.
- Suchit, A., 2012. Strategic Alignment Maturity Model (SAMM) in a Cascading Balanced Scorecard (BSC) Environment: Utilization and Challenges, in *Seventh International Workshop on Business/IT Alignment and Interoperability (BUSITAL'08) held in conjunction with CAiSE'12*, Gdańsk, Poland.
- Supply Chain Council, 2010. Supply chain operations reference model, version 10.0 [available online <http://supply-chain.org/f/SCOR-Overview-Web.pdf> last access 5th october 2013].
- Swan, J., Newell, M., Robertson, M., 1999. The illusion of 'best practice' in information systems for operations management, *European Journal of Information Systems*, vol. 8, p. 284-293.
- Tallon, P.P., 2007. A process-oriented perspective on the alignment of information technology and business strategy, *Journal of Management Information Systems*, vol. 24, issue 3, p. 227-268.
- Tarafdar, M., Qrunfleh, S., 2009. IT-Business Alignment: A Two-Level Analysis, *Information Systems Management*, vol. 26, issue 4, p. 338-349.
- The Business Rules Group, 2010. The Business Motivation Model: Business Governance in a Volatile World Rel. 1.4, [available online http://www.businessrulesgroup.org/second_paper/BRG-BMM.pdf last access 26th september 2013].

- Thevenet, L.-H., 2009. *Proposition d'une modélisation conceptuelle d'alignement stratégique : La méthode INSTAL*, Thèse de Doctorat en Informatique, Université de Paris I, Panthéon La Sorbonne.
- Thevenet, L.H., Salinesi, C., 2007. *Aligning IS to organization's strategy: The INSTAL method*, Advanced Information Systems Engineering, Proceedings, Krogstie, J., Opdahl, A., Sindre, G., eds., Springer-Verlag Berlin, Berlin, p. 203-217.
- Tischner, U., Gartner, M., 2001. *Sustainable product design*, Sustainable solutions - Developing products and services for the future, Tischner Ursula, Gartner Martin, ed., Greenleaf Publishing, Sheffield, UK, p. 118-138.
- TOGAF, 2009. The Open Group Architecture Framework -Version 9.1 [available online <http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf9-doc/arch/> last access 4th September 2012].
- Toh, K.T.K., 1999. Modelling architectures: A review of their application in structured methods for information systems specification, *International Journal of Production Research*, vol. 37, issue 7, p. 1439-1458.
- Tomas, J.-L., 1999. *ERP et progiciels intégrés, la mutation des systèmes d'information*, Paris, Dunod.
- Tournant, L., Azan, W., 2003. *Réussir votre projet ERP*, Paris, Afnor.
- Tserng, H.P., Yin, S.Y.L., Skibniewski, M.J., Lee, M.H., 2010. Developing an ARIS-House-Based Method from Existing Information Systems to Project-Based Enterprise Resource Planning for General Contractor, *Journal of construction engineering and management*, vol. 136, issue 2, p. 199-209.
- Ullah, A., Lai, R., 2013. Requirements engineering and business/IT alignment: Lessons learned, *Journal of Software*, vol. 8, issue 1, p. 1-10.
- Umaphy, K., Purao, S., Barton, R.R., 2008. Designing enterprise integration solutions: Effectively, *European Journal of Information Systems*, vol. 17, issue 5, p. 518-527.
- Underdown, D.R., Rogers, K.J., 1997. Enterprise engineering in a small manufacturer: A pilot study, in *1997 6th Annual Industrial Engineering Research Conference, IERC*, Miami Beach, FL, USA, p. 604-609.
- Van der Zee, J.T.M., De Jong, B., 1999. Alignment is not enough: Integrating business and information technology management with the balanced business scorecard, *Journal of Management Information Systems*, vol. 16, issue 2, p. 137-156.
- van Slooten, K., Schoonhoven, B., 1996. Contingent Information Systems Development, *Journal of Systems and Software*, vol. 33, issue 2, p. 153-161.
- Velcu, O., 2010. Strategic alignment of ERP implementation stages: An empirical investigation, *Information and Management*, vol. 47, issue 3, p. 158-166.
- Vernadat, F., 2002. UEMML: Towards a unified enterprise modelling language, *International Journal of Production Research*, vol. 40, issue 17, p. 4309-4321.
- Vernadat, F.B., 1996. *Enterprise Modeling and Integration : Principles and Applications*, Chapman & Hall, London.
- Vernadat, F.B., 2010. Technical, semantic and organizational issues of enterprise interoperability and networking, *Annual Reviews in Control*, vol. 34, issue 1, p. 139-144.
- Vessey, I., Ward, K., 2013. The Dynamics of Sustainable IS Alignment: The Case for IS Adaptivity, *Journal of the Association for Information Systems*, vol. 14, issue 6, p. 283-311.

- Villarreal, C.L., 2005. *Contribution au pilotage des projets partagés par des PME en groupement basée sur la gestion des risques*, Thèse de doctorat Systèmes Industriels - Ecole des Mines d'Albi Carmaux
- Walter, J., Kellermanns, F.W., Floyd, S.W., Veiga, J.F., Matherne, C., 2013. Strategic alignment: A missing link in the relationship between strategic consensus and organizational performance, *Strategic Organization*, vol. 11, issue 3, p. 304-328.
- Wang, H.X., Wang, G., Wen, X.X., Zhou, Y.P., 2009. Ontology-based enterprise model interoperability, *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS*, vol. 15, issue 2, p. 271-276.
- Wegmann, A., 2003. On the Systemic Enterprise Architecture Methodology (SEAM), in *5th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'03)*, Angers, France, p. 483-490.
- Wenger, E., McDermott, R., Snyder, W.M., 2002. *Cultivating communities of practice*, Harvard Business School Press, Boston.
- Wenger, E., White, N., Smith, J.D., 2009. *Digital Habitats; stewarding technology for communities*, First Edition.
- Westerman, G., 2009. IT RISK AS A LANGUAGE FOR ALIGNMENT, *Mis Quarterly Executive*, vol. 8, issue 3, p. 109-121.
- Whitman, L.E., Panetto, H., 2006. The missing link: Culture and language barriers to interoperability, *Annual Reviews in Control*, vol. 30, issue 2, p. 233-241.
- Wiengarten, F., Humphreys, P., Cao, G.M., McHugh, M., 2013. Exploring the Important Role of Organizational Factors in IT Business Value: Taking a Contingency Perspective on the Resource-Based View, *International Journal of Management Reviews*, vol. 15, issue 1, p. 30-46.
- Wieringa, R.J., Blanken, H.M., Fokkinga, M.M., Grefen, P.W.P.J., 2003. Aligning application architecture to the business context, in *Conference on Advanced Information System Engineering (CAiSE 2003)*, Klagenfurt/Velden, Austria, p. 209-225.
- Williams, T.J., 1992. *The Purdue Enterprise Reference Architecture*, Instrument Society of America, Research Triangle Park, NC.
- Wong, T.C., Ngan, S.C., Chan, F.T.S., Chong, A.Y.L., 2012. A two-stage analysis of the influences of employee alignment on effecting business-IT alignment, *Decision Support Systems*, vol. 53, issue 3, p. 490-498.
- Wu, J.-H., Shin, S.-S., Heng, M.S.H., 2007. A methodology for ERP misfit analysis, *Information & Management*, vol. 44, issue 8, p. 666-680.
- Xia, Z., Hu, K., 2008. IT project portfolio selection decision model based on strategic alignment, *Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University*, vol. 36, issue 9, p. 1301-1306.
- Yayla, A.A., Hu, Q., 2012. The impact of IT-business strategic alignment on firm performance in a developing country setting: exploring moderating roles of environmental uncertainty and strategic orientation, *European Journal of Information Systems*, vol. 21, issue 4, p. 373-387.
- Yetton, P.W., Johnston, K.D., Craig, J.F., 1994. Computer-Aided Architects: A Case Study of IT and Strategic Change, *Sloan Management Review*, vol. 35, issue 4, p. 57-67.

Yu, E., 1995. *Modeling strategic relationship fro process reengineering*, University of Toronto.

Zafiropoulos, J., Metaxiotis, K., Askounis, K., 2005. Dynamic risk management system for the modeling, optimal adaptation and implementation of an ERP system, *Management and computer Security*, vol. 13, issue 3, p. 212-234.

Zelm, M., Vernadat, F.B., Kosanke, K., 1995. The CIMOSA business modeling process, *Computers in Industry*, vol. 27, issue 2, p. 123-142.

Zhang, D.Y., Xu, X.F., Wang, G., 2002. UML-based virtual enterprise modeling method, *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS*, vol. 8, issue 7, p. 515-521.

Zimmermann, S., 2008. Governance in IT Portfolio Management - An Approach to Consider Strategic Alignment in IT Assessment, *Wirtschaftsinformatik*, vol. 50, issue 5, p. 357-365.

B.7 LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Synthèse des travaux de recherche par rapport au modèle SAM inspiré de (Henderson, 1993).....	24
Figure 2 : Liens entre langage, méthode et outil de modélisation.....	27
Figure 3 : Cube de modélisation (ISO 19439, 2006)	28
Figure 4 : Evolution chronologique des thèmes traités en Modélisation et Ingénierie d'Entreprise	30
Figure 5 : EIF (European Interoperability Framework) adapté de (Vernadat, 2010).....	33
Figure 6 : Vision systémique du S.I., inspirée des travaux de (Le Moigne, 1990)	35
Figure 7 : Distinction entre système informatique et S.I. (Morley, 2006)	37
Figure 8. Briques applicatives du S.I. Technique (Avila, 2009a)	38
Figure 9 : Cadre épistémologique des recherches menées inspiré de (Monod, 2002)	41
Figure 10 : La spirale de la recherche / action issue des travaux de (Kimmis, 1988).....	42
Figure 11 : Les quadrants d'alignement inspiré de (Tarafdar, 2009).....	44
Figure 12 : Modèle de maturité de l'alignement inspiré de (Luftman, 2003)	48
Figure 13 : Modèle d'Alignement Stratégique SAM (Henderson, 1993).....	49
Figure 14 : Concepts clés de BMM (The Business Rules Group, 2010)	53
Figure 15 : Méta-modèle de e ³ value (Jayaweera, 2009)	53
Figure 16 : Les trois étapes de la méthode ACEM (Etien, 2006)	56
Figure 17 : typologie des liens d'alignement stratégiques (Thevenet, 2009).....	56
Figure 18 : Vue d'ensemble de la méthode DEEVA (Gmati, 2012).....	57
Figure 19 : Alignement complet des S.I. (Camponovo, 2004).....	58
Figure 20 : Structure du cadre d'analyse.....	60
Figure 21 : Élément d'analyse « domaines impliqués ».....	60
Figure 22 : Élément d'analyse « séquence d'alignement»	61
Figure 23 : Représentation des éléments d'une séquence d'alignement	61
Figure 24 : Élément d'analyse « scruter l'environnement »	62
Figure 25 : Élément d'analyse « dimension temporelle »	63
Figure 26 : Démarche d'extension du SAM.....	70
Figure 27 : Diagramme de classes des éléments de la structure du SAM.....	71
Figure 28 : E-SAM	72

Figure 29. Diagramme de paquetages décrivant l'assignation des ensembles de décision de conception aux composants du domaine de conception du E-SAM	73
Figure 30. Diagramme de paquetages décrivant l'assignation des catégories de décision de production aux composants du domaine de production du E-SAM.....	75
Figure 31 : Les dix séquences d'alignement étendu	77
Figure 32. Modèle « multi-écrans » (adapté de (Goepf, 2008))	78
Figure 33 : Diagramme de classes des éléments de la structure du modèle « multi-écrans »..	79
Figure 34. Diagramme de classes du partage des instances du SAM et du modèle « multi-écrans ».....	80
Figure 35 : Représentation des briques d'évolution et des rôles des écrans sur le modèle « multi-écrans »	81
Figure 36 : Représentation des mécanismes d'évolution sur le modèle « multi-écrans »	82
Figure 37 : vision globale des cas d'utilisation du E-SAM et du modèle « multi-écrans ».....	83
Figure 38 : Activités de la démarche minimale d'alignement de la méthode ATIS	84
Figure 39 : Diagramme d'activité pour la création de séquences d'évolution.....	86
Figure 40 : Diagramme d'activité pour la création des séquences d'alignement.....	87
Figure 41 : Croissance du marché français des ERP de 2011 à 2015 (inspiré de (IDC, 2012))	90
Figure 42 : Cycle de vie d'un projet ERP et place de l'alignement	91
Figure 43 : Schématisation des situations d'alignement et de non-alignement	92
Figure 44 : Espace d'occurrence et des effets du RNA, inspiré des travaux de (Gourc, 2006)	94
Figure 45 : Stratégies de traitement du risque en fonction de la dimension et de l'instant.....	95
Figure 46 : Processus d'alignement macroscopique de la méthode « Model driven ERP alignment »	97
Figure 47 : Démarche de définition des facteurs de risque influençant le RNA.....	102
Figure 48 : Stratégies de traitement des facteurs de risque	107
Figure 49 : Composants basiques d'un moule (Kazmer, 2007)	108
Figure 50 : Processus de conception concurrente pièce/outillage	110
Figure 51 : Architecture du système informatique intégré à la CAO.....	111
Figure 52: Sous-processus de planning du modèle de référence du processus d'éco-conception	113
Figure 53 : Panorama des outils support aux Cops et leurs catégories adapté de (Wenger, 2009).....	117
Figure 54 : Profil de gestion des S.I./T.I. (Sabherwal, 2001).....	121

Figure 55 : Le SAM pour les entreprises étendues (Cuenca, 2011a).....	123
Figure 56 : Vers des patrons d'alignement dans les relations inter-organisationnelles... ..	125
Figure 57 : De l'alignement dans les réseaux d'eau.....	127

B.8 LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Bilan quantitatif des enseignements	11
Tableau 2: Perspectives d'alignement du SAM adapté de (Henderson, 1993).....	50
Tableau 3 : Métriques de la relation d'alignement processus/S.I. adapté de (Etien, 2006)	55
Tableau 4 : Synthèse des éléments de la grille d'analyse.....	63
Tableau 5 : Domaines impliqués	66
Tableau 6 : Séquences d'alignement	66
Tableau 7 : Perspectives pour scruter l'environnement	68
Tableau 8 : Analyse de la dimension temporelle	69
Tableau 9 : Production scientifique relative au cadre d'analyse des approches de construction de l'alignement des S.I.	87
Tableau 10 : Production scientifique relative à la méthode ATIS	88
Tableau 11 : Les décisions et leurs variantes	99
Tableau 12 : Matrice des liens résiduels des facteurs de risque influençant le RNA	103
Tableau 13 : Liste des pratiques de gestion.....	106
Tableau 14 : Critères d'évaluation de la connaissance et échelle d'évaluation pour la stratégie de codification	114
Tableau 15 : Caractéristiques structurelles d'une CoPs	116
Tableau 16 : Production scientifique relative à l'alignement des ERP	118
Tableau 17 : Production scientifique relative aux S.I. support à la conception	119
Tableau 18 : Profils d'alignement, adapté de (Sabherwal, 2001)	121
Tableau 19 : Composants de modélisation pour l'alignement des entreprises étendues (Cuenca, 2011a)	124

C

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

C.1 PRODUCTION SCIENTIFIQUE

1 Bilan quantitatif

10 articles dans des revues internationales à comité de lecture dont 7 indexées JCR, 9 indexée Scopus, 8 post-thèse

2 articles dans des revues nationales à comité de lecture

1 article dans une revue diffusion de la connaissance

27 communication dans des conférences (15 conférences internationales, 5 conférences francophones, 7 conférences nationales)

1 chapitre d'ouvrage

4 articles dans des revues internationales soumises

2 Revues à comité de lecture

2.1 Revues Internationales (ACL et ACLSoumise dont * indexées JCR)

ACLSoumise.3* V. Goepp, Avila O., "E-SAM: a fractal use of the Strategic Alignment Model for Product centred Information Systems" submitted in September 2013 to the Journal of Computer Information Systems

ACLSoumise.2* Mamoghli S, Goepp V, Botta-Genoulaz V. "Aligning ERP standard functionalities with company's real needs: the "Model-driven – ERP alignment" method" accepted with modifications for publication in Enterprise Information Systems

ACLSoumise.1* Goepp V, Zwolinski P, Caillaud E "Design process and Data models to support the Design of sustainable remanufactured products" accepted with modifications for publication in Computers in Industry Special Issue on "ICT for Sustainability in Industry"

ACL.10* Goepp V, Rose B, Caillaud E (2013) "Coupling reference modelling and performance evaluation for the effective integration of eco-design tools into the design process" International Journal of Computer Integrated Manufacturing à paraître **DOI:** 10.1080/0951192X.2013.812806

ACL.9* Goepp V, Caillaud E, Rose B (2013) "A Framework for the Design of Knowledge-Management Systems in Eco-Design" International Journal of Production Research 51 (19): 5803-5823

- ACL.8* Avila O., **Goepp V.**, Kiefer F. (2011) ATIS: A method for the complete alignment of technical information systems. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 24 (11): 993-1009
- ACL.7 Mamoghli S, Goepp V, Botta-Genoulaz V. (2011) A decision algorithm for ERP systems alignment. *International Journal of Business Information Systems*. 8(1): 23-45
- ACL.6 Meylheuc L, Goepp V (2009) Design for manufacture: the case of concurrent mould and part design in injection moulding. *International Journal of Design Engineering*. 2(4): 432-450
- ACL.5* Avila O, Goepp V, Kiefer F (2009) Understanding and classifying information system alignment approaches. *Journal of Computer Information Systems*. 50(1): 2-14
- ACL.4* Geiskopf F, Goepp V, Kiefer F, Caillaud E (2009) A problem driven approach to interface manufacturing strategy analysis and manufacturing system design *Computers & Industrial Engineering*. 57(1): 355-367
- ACL.3* Goepp V, Kiefer F, Avila O (2008) Information system design and integrated enterprise modelling through a key-problem framework. *Computers in Industry*. 59(7): 660-671
- ACL.2* Goepp V, Kiefer F, De Guio R (2008) A proposal for a framework to classify and review contingent information system design methods. *Computers & Industrial Engineering*. 54(2): 215-228
- ACL.1* Goepp V, Kiefer F, Geiskopf F (2006) Design of information system architectures using a key-problem framework. *Computers in Industry*. 57(2): 189-200

2.2 Revues nationales (ACLN)

- ACLN.2 Avila O, Goepp V (2010) Analyse et classification des approches d'alignement TI/business - Contribution à la formalisation des mécanismes sous-jacents. *Ingénierie des systèmes d'information - RSTI série ISI*. 15(4): 11-35
- ACLN.1 Goepp V, Kiefer F (2006) 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

2.3 Vulgarisation (PV)

- PV.1 Goepp V, Kiefer F. (2003) Proposition d'une démarche de conduite de projet systèmes d'information orientée identification des problèmes clés : Application au suivi de pièces en atelier de production mécanique. *La Cible*. (99): 20-25.

3 Congrès avec actes

3.1 Congrès Internationaux (C-ACTI) avec comité de lecture et actes

C-ACTI.15 Goepp V., Petit M., (2013) Towards an Enterprise Architecture based Strategic Alignment Model How SAM and Enterprise Architecture can gain from each other for business/IT alignment ICEIS'13 15th Conference on Enterprise Information Systems, July 4-7, Angers, France

C-ACTI.14 Goepp V, Rose B, Caillaud E, (2013) Performance evaluation model for efficient eco-design tool integration, ASME DETC/CIE 2013 33rd Computers and Information in Engineering Conference, August 4-7, Portland, Oregon, USA

C-ACTI.13 Goepp V, Rose B, Caillaud E, (2012) Reference modelling for eco-design, in the 14th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM 2012) Bucharest, Romania, May 23-25, 2012

C-ACTI.12 Mamoghli S, Goepp V, Botta-Genoulaz V, Renaud J, (2011) An analysis of the “project” misalignment risk in ERP projects, in 18th World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC'11), Milano (Italy), August 28 – September 2, CDROM Preprint Proceedings p. 13092- 13097

C-ACTI.11 Mamoghli S, Goepp V, Botta-Genoulaz V, Renaud J (2010) An algorithm for the identification of ERP systems misalignment in Third International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain (ILS 2010). 10 pages. April 13-16, Casablanca, Morocco, actes sur clé USB, ISBN: 978-2-930294-22-1.

C-ACTI.10 Goepp V, Kiefer F (2008) “Multi-Screen View and GRAI GRIDS to model decisional process of manufacturing IS alignment” in 17th IFAC World congress (IFAC'08) Vol.17, Part1 July 6-11, Seoul – Korea. DOI [10.3182/20080706-5-KR-1001.1881].

C-ACTI.9 Avila O, Goepp V, Kiefer F (2008) “Towards an Extended Alignment Model for a Complete Alignment of Manufacturing Information Systems” in 10th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'08). Vol. ISAS-1: pp. 231-234 May 6-10, Barcelona, Spain.

C-ACTI.8 Avila O, Goepp V, Kiefer F (2008) “A framework to analyse IS alignment approaches: Towards the definition of underlying alignment mechanisms” in 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). June 16-17, Montpellier, France.

C-ACTI.7 Goepp V, Kiefer F, Avila O. (2007) “Goals and Key-Problems for Manufacturing Information System Requirements Analysis” in 4th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics (IFAC MCPL '07). Vol.4, Part1 September 27-30, Sibiu, Romania DOI [10.3182/20070927-3-US-00140].

C-ACTI.6 Goepf V, Kiefer F (2007) “Key-Problems and Multi-Screen View: A Framework to perform the alignment of manufacturing IS” in 9th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'07). pp. 521-524 June 12-16, Funchal, Madeira - Portugal.

C-ACTI.5 Goepf V, Kiefer F (2006) “Key-Problem and Goal driven Requirements Engineering - Which complementarities for manufacturing information systems?” in 6th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS'06). pp. 102-109 May 23-27, Paphos, Cyprus.

C-ACTI.4 Goepf V, Kiefer F (2005) “Key-problem based information system design and integrated enterprise modelling” in 16th IFAC World Congress (Praha 2005). Vol. 16, Part 1. July 5-7, Praha, Czech Republic. DOI [10.3182/20050704-3-US-01519].

C-ACTI.3 Goepf V, Kiefer F (2004) “A framework to review contingent information system design methods” in IFAC Conference on Manufacturing, Modelling, Management and Control (IFAC MIM'04). October 21-22, Athens, Greece. actes sur CD-ROM et pre-prints.

C-ACTI.2 Goepf V, Kiefer F (2003) “Towards a definition of the key-problems in information system evolution”, in 5th International Conference on Enterprise Information Systems, (ICEIS'03). Vol. 3, pp. 586-590 April 23-26, Angers, France. ISBN: 2-906855-18-9

C-ACTI.1 Goepf V “Towards the formalisation of a contingent and modular management of information system design projects”, in 1st Doctoral Consortium on Enterprise Information Systems (DCEIS'03). pp. 19-21 April 23-26, Angers, France. ISBN: 972-98816-7-7.

3.2 Congrès Francophones (C-ACTF) avec comité de lecture et actes

C-ACTF.5 Avila O, Goepf V, Kiefer F (2010) A method for the complete alignment of technical information systems in 8th ENIM IFAC International Conference of Modeling and Simulation (MOSIM 2010). 10 pages. May 10-12, Hammamet, Tunisia, actes sur clé USB.

C-ACTFF.4 Goepf V, Kiefer F., Khomenko N. « OTSM-TRIZ : Chaînon manquant des processus contingents et modulaires en conception de systèmes d'information ? » in 5th International Industrial Engineering Conference, GI'03, 9 pages. October 26-29, Quebec, Canada, actes sur CD-ROM, ISBN : 2-9808240-0-3.

C-ACTFF.3 Goepf V, Kiefer F. « Proposition d'une grille d'analyse des processus contingents et modulaires en conception de systèmes d'information » in 5th International Industrial Engineering Conference (GI'03), 8 pages. October 26-29, Quebec, Canada, actes sur CD-ROM, ISBN : 2-9808240-0-3.

C-ACTF.2 Goepf V, Lutz Ph., De Guio R. (2001) « Quelques exemples pluridisciplinaires de recherche sur la TRIZ. », in Congrès International AFAV 2001, « Valeur, Management, Innovation ». pp. 61-70. 6-7 novembre Paris, France.

C-ACTF.1 Goepp V., Kiefer F., De Guio R. (2001) “Key-concepts in information system design”, in 2ème Colloque International Conception et Production Intégrées (CPI'01), 16 pages, October 24-26, Fez, Morocco, actes sur CD-ROM.

3.3 Congrès Nationaux (C-ACTN) avec comité de lecture et actes

C-ACTN.7 Avila, O, Goepp V, Kiefer F (2008) « Vers une extension du SAM (Strategic Alignment Model) pour les systèmes d'information de production » in XXVIème Congrès Informatique des Organisations et Systèmes d'Information INFORSID 2008. pp. 295-310. 27-30 mai, Fontainebleau, France. ISBN : 2-906855-23-5.

C-ACTN.6 Avila, O., Goepp, V., Kiefer, F. (2008) « Cadre d'analyse des approches d'alignement des systèmes d'information. Contribution à la formalisation des mécanismes sous-jacents » in Atelier en Ingénierie d'Entreprise et des Systèmes d'Information IESI'08 en conjonction avec INFORSID 2008, Fontainebleau, France.

C-ACTN.5 Goepp V, Kiefer F (2005) « Outils d'analyse dialectique pour la conception d'architecture de système d'information » in XXIIIème Congrès Informatique des Organisations et Systèmes d'Information INFORSID 2005, pp. 539-554. 24-27 mai, Grenoble, France ISBN : 978-2-906855-11-3.

C-ACTN.4 Geiskopf F, Goepp V, Kiefer F, Caillaud E (2005) « Cadrage des objectifs de la conception intégrée de systèmes de production : proposition d'une méthode centrée problèmes (PIA) » in 9ème Colloque National AIP Primeca, 5-8 avril, La Plagne, France. ISBN 2-9523979-0-2.

C-ACTN.3 Geiskopf F, Goepp V, Kiefer F., Caillaud E (2005) « Modèles et conception intégrée des systèmes de production orientés procédés » in XXVIIème Congrès Français de Mécanique (CfM'05), 29 août-2 septembre, Troyes, France.

C-ACTN.2 Geiskopf F., Goepp V., Kiefer F., Caillaud. E. (2004) « Pilotage des connaissances en conception intégrée de système de production: Proposition d'une démarche centrée problème (PIA) », in 2ème Colloque du groupe de travail C2EI : Modélisation et pilotage de systèmes de Connaissances et de Compétences dans les Entreprises Industrielles : « Intégration des Connaissances et Compétences en vue de l'amélioration de la performance industrielle » 2-3 décembre, Nancy, France.

C-ACTN.1 Goepp V (2002) « Formalisation d'un management contingent et modulaire des projets systèmes d'information. », in XXème Congrès Informatique des Organisations et Systèmes d'Information, Inforsid'02, Forum Jeunes Chercheurs, pp.433-434. 4-7 juin, Nantes, France, ISBN : 2-906855-18-9.

4 Chapitre d'ouvrage (Ch)

Ch.1 Geiskopf F., Goepp V., Kiefer F, Caillaud E (2006) Conception préliminaire de systèmes de production : cycle d'abstraction et vue problème. Application aux systèmes

d'information de production et aux systèmes usinant, in Ingénierie de la conception et cycle de vie produit, pp. 257-274, Hermes Sciences (eds), ISBN: 2-7462-1214-5,

5 Autres (AP)

AP.1 Goepf V, Petit M. (2013) Quelle Architecture d'Entreprise pour l'alignement Business/TI ? in Workshop GT Easy Dim "Vers l'Ingénierie d'Entreprise de demain : Les enjeux d'une maquette numérique de l'entreprise ". Paris, France.

AP.2 Goepf V, Kiefer F, Geiskopf F (2005) Modèles de processus orientés problèmes pour favoriser une définition consensuelle du changement organisationnel. in 2ème Workshop GT ECI "Ingénierie et gestion des processus d'entreprise". Paris, France.

6 Rapport (R)

R.1 Goepf V (2003) « Contribution à la définition de processus contingents et modulaires en développement de systèmes d'information : Proposition d'une démarche orientée identification des problèmes-clés », Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, Spécialité Génie des Systèmes Industriels, Nancy, décembre

R.2 Goepf V (2000) « Opérationnalisation de la méthode EVASYO », Diplôme d'Etudes Approfondies de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, Spécialité Génie des Systèmes Industriels, Nancy, septembre

D

ANNEXES

D.1 ANNEXE 1 : REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INGENIERIE ET MODELISATION D'ENTREPRISE

- Aguilar-Savén, R. S., 2004. Business process modelling: Review and framework, *International Journal of Production Economics*, vol. 90, issue 2, p. 129-149.
- Anaya, V., Berio, G., Harzallah, M., Heymans, P., Matulevičius, R., Opdahl, A. L., Panetto, H., Verdecho, M. J., 2010. The Unified Enterprise Modelling Language-Overview and further work, *Computers in Industry*, vol. 61, issue 2, p. 99-111.
- Arara, A., 2010. The role of contextual ontologies in enterprise modeling, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, vol. 45, p. 750-752.
- Berio, G., Vernadat, F., 2001. Enterprise modelling with CIMOSA: Functional and organizational aspects, *Production Planning and Control*, vol. 12, issue 2 SPEC., p. 128-136.
- Berio, G., Vernadat, F. B., 1999. New developments in enterprise modelling using CIMOSA, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 99-114.
- Bernus, P., 2001. Some thoughts on enterprise modelling, *Production Planning and Control*, vol. 12, issue 2 SPEC., p. 110-118.
- Bernus, P., 2003. Enterprise models for enterprise architecture and ISO9000:2000, *Annual Reviews in Control*, vol. 27 II, p. 211-220.
- Bernus, P., Nemes, L., 1996. A framework to define a generic enterprise reference architecture and methodology, *Computer Integrated Manufacturing Systems*, vol. 9, issue 3, p. 179-191.
- Bernus, P., Nemes, L., 1997. Requirements of the generic enterprise reference architecture and methodology, *Annual Reviews in Control*, vol. 21, p. 125-136.
- Boucher, X., Chapron, J., Burlat, P., Lebrun, P., 2011. Process clusters for information system diagnostics: An approach by Organisational Urbanism, *Production Planning and Control*, vol. 22, issue 1, p. 91-106.
- Braganza, A., 2002. Enterprise integration: Creating competitive capabilities, *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 13, issue 8, p. 562-572.
- Briggs, W., Shore, B., 2007. Competitive analysis of enterprise integration strategies, *Industrial Management and Data Systems*, vol. 107, issue 7, p. 925-935.
- Bruno, G., Agarwal, R., 1997. Modeling the enterprise engineering environment, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 44, issue 1, p. 20-30.
- Bruno, G., Torchiano, M., 1999. Making CIMOSA operational: The experience with the PrimeObjects tool, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 279-291.
- Chalmeta, R., Campos, C., Grangel, R., 2001. References architectures for enterprise integration, *Journal of Systems and Software*, vol. 57, issue 3, p. 175-191.

- Chalmeta, R., Grangel, R., 2003. ARDIN extension for virtual enterprise integration, *Journal of Systems and Software*, vol. 67, issue 3, p. 141-152.
- Chalmeta, R., Grangel, R., 2005. Performance measurement systems for virtual enterprise integration, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 18, issue 1, p. 73-84.
- Chapurlat, V., Braesch, C., 2008. Verification, validation, qualification and certification of enterprise models: Statements and opportunities, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 711-721.
- Chapurlat, V., Kamsu-Foguem, B., Prunet, F., 2003. Enterprise model verification and validation: An approach, *Annual Reviews in Control*, vol. 27 II, p. 185-197.
- Chapurlat, V., Kamsu-Foguem, B., Prunet, F., 2006. A formal verification framework and associated tools for Enterprise Modeling: Application to UEMML, *Computers in Industry*, vol. 57, issue 2, p. 153-166.
- Chen, D., 2005. Enterprise-control system integration - An international standard, *International Journal of Production Research*, vol. 43, issue 20, p. 4335-4357.
- Chen, D., Doumeingts, G., 2003. European initiatives to develop interoperability of enterprise applications - Basic concepts, framework and roadmap, *Annual Reviews in Control*, vol. 27 II, p. 153-162.
- Chen, D., Doumeingts, G., Vernadat, F., 2008. Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 647-659.
- Chen, D., Vallespir, B., Doumeingts, G., 1997. GRAI integrated methodology and its mapping onto generic enterprise reference architecture and methodology, *Computers in Industry*, vol. 33, issue 2-3, p. 387-394.
- Chen, D., Vernadat, F., 2004. Standards on enterprise integration and engineering - state of the art, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 17, issue 3, p. 235-253.
- Christensen, Lars Chr, Christiansen, Tore R., Jin, Yan, 1996. Process models in enterprise engineering - tools for enhancing process description, *Computing in Civil Engineering (New York)*, p. 634-641.
- Cuenca, L., Boza, A., Ortiz, A., 2011. Architecting business and IS/IT strategic alignment for extended enterprises, *Studies in Informatics and Control*, vol. 20, issue 1, p. 7-18.
- Cuenca, L., Boza, A., Ortiz, A., 2011. An enterprise engineering approach for the alignment of business and information technology strategy, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 24, issue 11, p. 974-992.
- Cuenca, L., Ortiz, A., Vernadat, F., 2006. From UML or DFD models to CIMOSA partial models and enterprise components, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 19, issue 3, p. 248-263.

- Doumeingts, G., Ducq, Y., 2001. Enterprise modelling techniques to improve efficiency of enterprises, *Production Planning and Control*, vol. 12, issue 2 SPEC., p. 146-163.
- Doumeingts, G., Malh  n  , N., Villenave, C., 2001. GEM: GRAI evolution method: A case study, *International Journal of Technology Management*, vol. 22, issue 1-3, p. 189-211.
- Ducq, Y., Chen, D., Doumeingts, G., 2012. A contribution of system theory to sustainable enterprise interoperability science base, *Computers in Industry*, vol. 63, issue 8, p. 844-857.
- Ducq, Y., Chen, D., Vallespir, B., 2004. Interoperability in enterprise modelling: Requirements and roadmap, *Advanced Engineering Informatics*, vol. 18, issue 4, p. 193-203.
- Edwards, J. M., Aguiar, M. W. C., Coutts, I. A., 1998. A top down and bottom up approach to manufacturing enterprise engineering using the function view, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 11, issue 4, p. 364-376.
- Edwards, J. M., Murgatroyd, I. S., Gilders, P., Aguiar, M. W., Weston, R. H., 1995. Methods and tools for manufacturing enterprise modelling and model enactment, *IEE Proceedings: Science, Measurement and Technology*, vol. 142, issue 5, p. 378-388.
- Feltus, C., Petit, M., Vernadat, F., 2009. Refining the notion of responsibility in enterprise engineering to support corporate governance of IT, in *13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, INCOM'09*, Moscow, p. 924-929.
- Grangel, R., Bigand, M., Bourey, J. P., 2010. Transformation of decisional models into UML: Application to GRAI grids, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 23, issue 7, p. 655-672.
- Gu, X. J., Sun, J., Qi, G. N., Zhan, H. F., 2003. Granulation analyses and modeling methods for enterprise reference models, *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS*, vol. 9, issue 2, p. 132-136.
- Guo, X., Yan, J., 2006. Research on enterprise integration based on model-driven architecture, *Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University*, vol. 34, issue 3, p. 405-409.
- Guo, X., Yan, J., 2006. Research on life cycle dimension of CIM architecture, *Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University*, vol. 34, issue 1, p. 120-125.
- He, D., Lobov, A., Gonzalez Moctezumas, L. E., Martinez Lastra, J. L., 2012. An approach to use PERA in Enterprise Modeling for industrial systems, in *38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2012*, Montreal, QC, p. 4196-4203.
- Iacob, M. E., Jonkers, H., Lankhorst, M. M., Steen, M. W. A., 2007. Service-oriented enterprise modelling and analysis: A case study, *International Journal of Business Process Integration and Management*, vol. 2, issue 1, p. 26-36.
- Jain, R., Chandrasekaran, A., Erol, O., 2010. A Framework for end-to-end approach to Systems Integration, *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, vol. 5, issue 1, p. 79-109.
- Kalpic, B., Bernus, P., 2002. Business process modelling in industry - The powerful tool in enterprise management, *Computers in Industry*, vol. 47, issue 3, p. 299-318.

- Kandjani, H., Bernus, P., 2011. Engineering self-designing enterprises as complex systems using extended axiomatic design theory, in *18th IFAC World Congress*, Milano, p. 11943-11948.
- Karvonen, I., Conte, M., 2012. Supporting the enterprise collaboration (EC) and enterprise interoperability (EI) solution benefits by end-user involvement, *International Journal of Product Development*, vol. 17, issue 1-2, p. 139-152.
- Kassem, M., Dawood, N., Mitchell, D., 2011. A structured methodology for enterprise modeling: A case study for modeling the operation of a british organization, *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, vol. 16, p. 381-410.
- Kim, C., Son, Y. J., Kim, T., Kim, K., 2008. A virtual enterprise design method based on business process simulation, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 21, issue 7, p. 857-868.
- Kim, C. H., Weston, R., Woo, H. S., 2001. Development of an integrated methodology for enterprise engineering, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 14, issue 5, p. 473-488.
- Kim, C. H., Weston, R. H., Hodgson, A., Lee, K. H., 2003. The complementary use of IDEF and UML modelling approaches, *Computers in Industry*, vol. 50, issue 1, p. 35-56.
- Kim, T. Y., Lee, S., Kim, K., Kim, C. H., 2006. A modeling framework for agile and interoperable virtual enterprises, *Computers in Industry*, vol. 57, issue 3, p. 204-217.
- Kosanke, K., 1995. CIMOSA - Overview and status, *Computers in Industry*, vol. 27, issue 2, p. 101-109.
- Kosanke, K., Nell, J. G., 1999. Standardization in ISO for enterprise engineering and integration, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 311-319.
- Kosanke, K., Vernadat, F., Zelm, M., 1999. CIMOSA: Enterprise engineering and integration, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 83-87.
- Kosanke, K., Zelm, M., 1999. CIMOSA modelling processes, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 141-153.
- Lankhorst, M. M., 2004. Enterprise architecture modelling - The issue of integration, *Advanced Engineering Informatics*, vol. 18, issue 4, p. 205-216.
- Li, H., Williams, T. J., 2002. Management of complexity in enterprise integration projects by the PERA methodology, *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 13, issue 6, p. 417-427.
- Li, Q., Zhou, J., Peng, Q. R., Li, C. Q., Wang, C., Wu, J., Shao, B. E., 2010. Business processes oriented heterogeneous systems integration platform for networked enterprises, *Computers in Industry*, vol. 61, issue 2, p. 127-144.
- Liles, Donald H., John, Mary E., Meade, Laura, 1996. Enterprise engineering discipline, in *1996 5th Industrial Engineering Research Conference*, Minneapolis, MN, USA, p. 479-484.

- Liles, D. H., Presley, A. R., 1996. Enterprise modeling within an enterprise engineering framework, in *1996 Winter Simulation Conference, WSC'96*, Coronado, CA, USA, p. 993-999.
- Lim, S. H., Juster, N., De Pennington, A., 1997. Enterprise modelling and integration: A taxonomy of seven key aspects, *Computers in Industry*, vol. 34, issue 3, p. 339-359.
- Lin, H., Zhang, R., Andersson, B., 2010. A conceptual model of connection of strategies and operations in organisations: A perspective of management control, *International Journal of Services Operations and Informatics*, vol. 5, issue 2, p. 158-195.
- Liu, X., Zhang, W. J., Radhakrishnan, R., Tu, Y. L., 2008. Manufacturing perspective of enterprise application integration: The state of the art review, *International Journal of Production Research*, vol. 46, issue 16, p. 4567-4596.
- Lu, Y., Panetto, H., Ni, Y., Gu, X., 2013. Ontology alignment for networked enterprise information system interoperability in supply chain environment, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 26, issue 1-2, p. 140-151.
- Mamoghli, S., Goepf, V., Botta-Genoulaz, V., 2011. A decision algorithm for erp systems alignment, *International Journal of Business Information Systems*, vol. 8, issue 1, p. 23-45.
- Maslianko, P. P., Maistrenko, A. S., 2012. The integration of heterogeneous enterprise business models, *Journal of Automation and Information Sciences*, vol. 44, issue 7, p. 69-82.
- Masood, T., Weston, R., 2011. An integrated modelling approach in support of next generation reconfigurable manufacturing systems, *International Journal of Computer Aided Engineering and Technology*, vol. 3, issue 3-4, p. 372-398.
- Masood, T., Weston, R., Rahimifard, A., 2010. A Computer integrated unified modelling approach to responsive manufacturing, *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, vol. 5, issue 3, p. 287-312.
- Medini, K., Bourey, J. P., 2012. SCOR-based enterprise architecture methodology, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 25, issue 7, p. 594-607.
- Mertins, K., Jochem, R., 2005. Architectures, methods and tools for enterprise engineering, *International Journal of Production Economics*, vol. 98, issue 2, p. 179-188.
- Millet, P. A., 2013. Toward a model-driven, alignment-oriented ERP methodology, *Computers in Industry*, vol. 64, issue 4, p. 402-411.
- Naudet, Y., Latour, T., Guedria, W., Chen, D., 2010. Towards a systemic formalisation of interoperability, *Computers in Industry*, vol. 61, issue 2, p. 176-185.
- Ngwenyama, O. K., Grant, D. A., 1994. Enterprise modeling for CIM information systems architectures: An object-oriented approach, *Computers and Industrial Engineering*, vol. 26, issue 2, p. 279-293.
- Noori, H., Mavaddat, F., 1998. Enterprise integration: Issues and methods, *International Journal of Production Research*, vol. 36, issue 8, p. 2083-2097.

- Noran, O., 2003. An analysis of the Zachman framework for enterprise architecture from the GERAM perspective, *Annual Reviews in Control*, vol. 27 II, p. 163-183.
- Noran, O., 2013. Building a support framework for enterprise integration, *Computers in Industry*, vol. 64, issue 1, p. 29-40.
- Ortiz, A., Lario, F., Ros, L., 1999. Enterprise Integration - Business Processes Integrated Management: A proposal for a methodology to develop Enterprise Integration Programs, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 155-171.
- Panetto, H., 2007. Towards a classification framework for interoperability of enterprise applications, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 20, issue 8, p. 727-740.
- Panetto, H., Jardim-Goncalves, R., Molina, A., 2012. Enterprise integration and networking: Theory and practice, *Annual Reviews in Control*, vol. 36, issue 2, p. 284-290.
- Panetto, H., Molina, A., 2008. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 641-646.
- Patankar, A. K., Adiga, S., 1995. Enterprise integration modelling: a review of theory and practice, *Computer Integrated Manufacturing Systems*, vol. 8, issue 1, p. 21-34.
- Pépiot, G., Cheikhrouhou, N., Furbringer, J. M., Glardon, R., 2007. UECML: Unified Enterprise Competence Modelling Language, *Computers in Industry*, vol. 58, issue 2, p. 130-142.
- Presley, Adrien R., 1997. Multi-view enterprise modeling scheme, in *1997 6th Annual Industrial Engineering Research Conference, IERC*, Miami Beach, FL, USA, p. 610-615.
- Rembold, U., Reithofer, W., Janusz, B., 1998. The role of models in future enterprises, *Annual Reviews in Control*, vol. 22, p. 73-83.
- Roque, M., Vallespir, B., Doumeings, G., 2008. Interoperability in enterprise modelling: Translation, elementary constructs, meta-modelling and UEMML development, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 672-681.
- Ros, L., De La Fuente, M. V., Ortiz, A., 2009. Enterprise engineering versus cyclic re-engineering methods, in *13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, INCOM'09*, Moscow, p. 2047-2052.
- Saenz, O. A., Chen, C. S., Centeno, M., Giachetti, R. E., 2009. Defining enterprise systems engineering, *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, vol. 4, issue 5, p. 483-501.
- Sakka, O., Millet, P. A., Botta-Genoulaz, V., 2011. An ontological approach for strategic alignment: A supply chain operations reference case study, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 24, issue 11, p. 1022-1037.
- Salem, R. B., Grangel, R., Bourey, J. P., 2008. A comparison of model transformation tools: Application for Transforming GRAI Extended Actigrams into UML Activity Diagrams, *Computers in Industry*, vol. 59, issue 7, p. 682-693.

- Sarkis, J., Presley, A., Liles, D. H., 1995. The management of technology within an enterprise engineering framework, *Computers and Industrial Engineering*, vol. 28, issue 3, p. 497-511.
- Shorter, D., 1994. An evaluation of CIM modelling constructs evaluation report of constructs for views according to ENV 40 003, *Computers in Industry*, vol. 24, issue 2-3, p. 159-236.
- Shorter, D., 1999. CEN standardization activities related to CIMOSA, *Computers in Industry*, vol. 40, issue 2, p. 305-310.
- Spadoni, M., 2004. Cimoso Applications Server (CAS) project Information system centered on the Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture (Cimoso) model within the context of the extensive enterprise, *Projet CAS. Système d'information centré sur le modèle CIMOSA dans un contexte d'entreprise étendue*, vol. 38, issue 5, p. 497-524.
- Szegheo, O., Petersen, S. A., 2000. Extended enterprise engineering - a model-based framework, *Concurrent Engineering Research and Applications*, vol. 8, issue 1, p. 32-39.
- Talbi, A., Hammouche, A., Tahon, C., 2002. Analyse de l'entreprise dans une démarche d'intégration, *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, vol. 36, issue 8, p. 1119-1153.
- Toh, K. T. K., 1999. Modelling architectures: A review of their application in structured methods for information systems specification, *International Journal of Production Research*, vol. 37, issue 7, p. 1439-1458.
- Tursi, A., Panetto, H., Morel, G., Dassisti, M., 2009. Ontological approach for products-centric information system interoperability in networked manufacturing enterprises, *Annual Reviews in Control*, vol. 33, issue 2, p. 238-245.
- Umapathy, K., Purao, S., Barton, R. R., 2008. Designing enterprise integration solutions: Effectively, *European Journal of Information Systems*, vol. 17, issue 5, p. 518-527.
- Underdown, D. Ryan, Rogers, K. J., 1997. Enterprise engineering in a small manufacturer: A pilot study, in *1997 6th Annual Industrial Engineering Research Conference, IERC*, Miami Beach, FL, USA, p. 604-609.
- Uppington, G., Bernus, P., 1998. Assessing the necessity of enterprise change: Pre-feasibility and feasibility studies in enterprise integration, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 11, issue 5, p. 430-447.
- Vallejo, C., Romero, D., Molina, A., 2012. Enterprise integration engineering reference framework and toolbox, *International Journal of Production Research*, vol. 50, issue 6, p. 1489-1511.
- Vernadat, F., 2002. UEML: Towards a unified enterprise modelling language, *International Journal of Production Research*, vol. 40, issue 17, p. 4309-4321.
- Vernadat, F. B., 1996. Enterprise integration: On business process and enterprise activity modelling, *Concurrent Engineering Research and Applications*, vol. 4, issue 3, p. 219-228.
- Vernadat, F. B., 2002. Enterprise modeling and integration (EMI): Current status and research perspectives, *Annual Reviews in Control*, vol. 26 I, p. 15-25.

- Vernadat, F. B., 2007. Interoperable enterprise systems: Principles, concepts, and methods, *Annual Reviews in Control*, vol. 31, issue 1, p. 137-145.
- Vernadat, F. B., 2010. Technical, semantic and organizational issues of enterprise interoperability and networking, *Annual Reviews in Control*, vol. 34, issue 1, p. 139-144.
- Wang, H., Wang, G., Wen, X., Zhou, Y., 2009. An enterprise modelling method based on an extension mechanism, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 22, issue 9, p. 836-846.
- Wang, H. X., Wang, G., Wen, X. X., Zhou, Y. P., 2009. Ontology-based enterprise model interoperability, *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS*, vol. 15, issue 2, p. 271-276.
- Wegmann, A., Lê, L. S., Regev, G., Wood, B., 2007. Enterprise modeling using the foundation concepts of the RM-ODP ISO/ITU standard, *Information Systems and e-Business Management*, vol. 5, issue 4, p. 397-413.
- Whitman, L., Huff, B., 2001. On the use of enterprise models, *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, vol. 13, issue 2, p. 195-208.
- Whitman, L. E., Panetto, H., 2006. The missing link: Culture and language barriers to interoperability, *Annual Reviews in Control*, vol. 30, issue 2, p. 233-241.
- Williams, T. J., Li, H., 1997. The task force specification for GERAM and its fulfillment by PERA, *Annual Reviews in Control*, vol. 21, p. 137-147.
- Yang, J., Xue, H., 2002. Extended enterprise modeling approach to enterprise-based integration, *High Technology Letters*, vol. 8, issue 1, p. 63-66.
- Zelm, M., 2003. Towards user oriented enterprise modelling - Comparison of modelling language constructs, in *10th ISPE International Conference on Concurrent Engineers: Research and Applications, Enhanced Interporable Systems*, Madeira, p. 843-849.
- Zelm, M., Vernadat, F. B., Kosanke, K., 1995. The CIMOSA business modelling process, *Computers in Industry*, vol. 27, issue 2, p. 123-142.
- Zhang, D. Y., Xu, X. F., Wang, G., 2002. UML-based virtual enterprise modeling method, *Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong/Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS*, vol. 8, issue 7, p. 515-521.

D.2 ANNEXE 2 : COPIE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

ACL.9* Goepp V, Caillaud E, Rose B (2013) “A Framework for the Design of Knowledge-Management Systems in Eco-Design” International Journal of Production Research 51 (19): 5803-5823

ACL.8* Avila O., **Goepp V.**, Kiefer F. (2011) ATIS: A method for the complete alignment of technical information systems. International Journal of Computer Integrated Manufacturing. 24 (11): 993-1009

ACL.7 Mamoghli S, Goepp V, Botta-Genoulaz V. (2011) A decision algorithm for ERP systems alignment. International Journal of Business Information Systems. 8(1): 23-45

ACL.5* Avila O, Goepp V, Kiefer F (2009) Understanding and classifying information system alignment approaches. Journal of Computer Information Systems. 50(1): 2-14

ACL.4* Geiskopf F, Goepp V, Kiefer F, Caillaud E (2009) A problem driven approach to interface manufacturing strategy analysis and manufacturing system design Computers & Industrial Engineering. 57(1): 355-367