

# Cadre méthodologique pour un alignement opérationnel des processus

JEAN-STEPHANE ULMER<sup>1</sup>, JEAN-PIERRE BELAUD<sup>1</sup>, JEAN-MARC LE LANN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Toulouse  
Institut National Polytechnique de Toulouse – ENSIACET  
Laboratoire de Génie Chimique  
Département Procédés et Systèmes Industriels  
4, allée Emile Monso – BP 44362  
31432 TOULOUSE Cedex 4 - FRANCE  
{jeanstephane.ulmer, jeanpierre.belaud, jeanmarc.lalann}@ensiacet.fr

---

**Résumé** - Afin de demeurer flexible et réactive face à un évènement endogène ou exogène, une entreprise manipule et modifie ses différents processus d'entreprise. Lors d'une démarche BPM (Business Process Management - BPM), différentes transformations interviennent sur les modèles de processus créant un non-alignement: il s'agit du "fossé métier-TI" tel que décrit dans la littérature. L'objectif de notre travail est de proposer un cadre méthodologique permettant un meilleur pilotage des processus métier, afin de tendre vers un alignement systématique depuis leur modélisation à leur implémentation au sein du système cible. A l'aide de concepts issus de l'Ingénierie d'Entreprise et des Systèmes d'Informations dirigée par les modèles et des TI, nous définissons une démarche générique assurant une cohérence intermodèle. Son rôle est de conserver et de fournir toutes les informations liées à la structure et à la sémantique des modèles. En permettant la restitution intégrale d'un modèle transformé au sens de l'ingénierie inverse, notre plateforme permet une synchronisation entre modèle d'analyse et modèle d'implémentation. Afin de valider cette approche, nous présentons une étude de cas reposant sur un processus issu de l'industrie cosmétique.

**Abstract** - To remain flexible and able to face any endogenous or exogenous event, a firm manipulates and modifies its various business processes. In a BPM approach (Business Process Management), different changes occur in the process models and create a non-alignment: it is the "business-IT" gap as described in the literature. The objective of our work is to propose a methodological framework for better management of business processes. The goal of this framework is to enable a systematic alignment since process modeling to their implementation in the target system. Using concepts from of Model-driven engineering and Information Systems engineering, we define a generic approach ensuring an intermodel consistency. Its role is to maintain and provide all information related to model structure and semantic. Allowing the full return of a transformed model in the sense of reverse engineering, our platform enables synchronization between analysis model and implementation model. To validate this approach, we present a case study based on a process from the industry.

**Mots clés** - Ingénierie de systèmes d'information - Gestion des processus d'entreprise - Ingénierie dirigée par les modèles - Alignement de modèles – Métamodélisation

**Keywords** – Information technologies – Business process engineering – Model-driven engineering – Model alignment - Metamodeling

---

## 1 INTRODUCTION

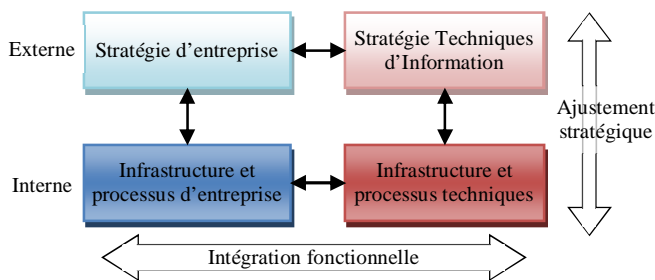
Afin de demeurer flexible et réactive face à un évènement endogène ou exogène, une entreprise manipule et modifie ses différents processus d'entreprise. Lors d'une démarche orientée processus métier, différentes transformations interviennent sur les modèles de processus créant un non-alignement: il s'agit du fossé « métier-Technologies de l'Information (TI) » tel que décrit dans la littérature. L'objectif de notre travail est de proposer un cadre méthodologique permettant un meilleur pilotage des processus métier, afin de tendre vers un alignement systématique depuis leur modélisation à leur implémentation au sein du système cible. Pour cela nous cherchons à caractériser et à définir la notion d'alignement, en particulier l'alignement opérationnel entre processus d'entreprise et systèmes d'information.

La section 2 présente les deux principaux alignements abordés en entreprise, les problématiques rattachées et les objectifs de nos travaux. La section 3 expose comment une approche orientée processus, ou (Business Process Management - BPM), cherche à améliorer cet alignement opérationnel, notamment à l'aide d'applications dédiées. Une telle approche n'est pas sans défaut. La section 4 présente les différents dysfonctionnements rencontrés ainsi que les solutions que nous proposons. Notre approche est ainsi décrite section 5. Une plateforme logicielle validant nos propositions est développée section 6. La section 7 résume et conclue cet article.

## 2 ALIGNEMENT STRATEGIQUE, ALIGNEMENT OPERATIONNEL

Un alignement stratégique améliore la performance organisationnelle à travers divers mécanismes comme les processus de pilotage, les ressources humaines et les capacités

technologiques, où ces capacités peuvent être interprétées essentiellement comme la capacité à déployer des ressources [Amit et Schoemaker, 1993]. Ce concept d'alignement a été présenté par [Henderson et Venkatraman, 1993] qui ont proposé le modèle d'alignement stratégique : le Strategic Alignment Model (SAM) représenté Figure 1. Le SAM fait une distinction entre un domaine externe et un domaine interne. Le domaine externe porte sur la formulation des stratégies reflétant l'environnement dans lequel s'inscrit l'entreprise. Le domaine interne se préoccupe de l'infrastructure TI et des processus d'entreprise. L'ajustement stratégique décrit la relation verticale existant entre un domaine externe et le domaine interne qui lui est associé. L'intégration fonctionnelle représente la relation horizontale existant entre deux domaines. Cette dernière relation peut également être perçue comme un alignement opérationnel [Wagner et al., 2006].



**Figure 1. Strategic Alignment Model (SAM) selon (Henderson & Venkatraman 1993)**

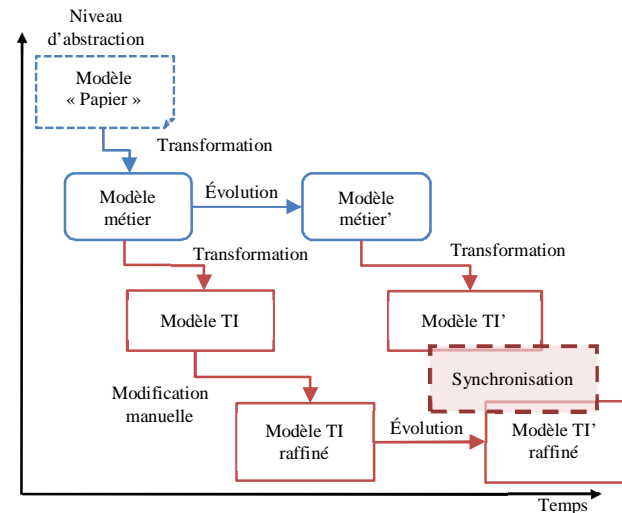
L'alignement entre la stratégie d'entreprise et les choix de déploiement des TI sont devenus un point important de préoccupation pour les entreprises [Ward et Peppard, 2002]. Ceci est particulièrement le cas lorsque les TI deviennent une partie essentielle de l'entreprise et sont utilisés pour exploiter des compétences métier spécifiques, mis à contribution lors de fusions entre entreprises, lors de restructuration... [Earl, 1992], [Chan et al., 1997], [Luftman et Maclean, 2004] insistent sur l'importance prise par l'alignement entre la stratégie de l'entreprise et les TI, qui en 20 ans est devenu un enjeu majeur de gestion. Si l'intérêt de réaliser un tel alignement est reconnu, sa mise en œuvre reste trop souvent limitée. Il n'est pas rare que les acteurs de l'organisation ne savent pas en quoi consiste cet alignement, de même qu'il existe une absence de communication entre domaine métier et domaine TI. De ce fait, les entreprises et les experts TI sont constamment à la recherche de meilleures pratiques de gestion les aidants à aligner leurs stratégies métier avec les TI. Cet article a pour vocation de contribuer à la littérature en présentant une solution pour un meilleur alignement opérationnel.

### 2.1 Problématique

Pouvoir saisir de nouvelles opportunités nécessite de la flexibilité au niveau du métier d'une organisation. Cette flexibilité se traduit par l'utilisation de processus d'entreprise supportés par les SI. Cette flexibilité de gestion permet d'obtenir l'agilité d'entreprise souhaitée. L'agilité des SI est présentée en détail par [Boucher, 2007]. Nous observons une discontinuité franche entre domaine métier et domaine TI. Ainsi, au lieu de permettre et d'accompagner le changement des processus, les SI peuvent brider ou ralentir la mise en place de telles évolutions. Notre présent travail est motivé par la réalisation d'un alignement entre domaine métier et domaine TI selon une démarche orientée processus permettant de

résoudre ces différents points. Cependant, [Avison et al., 2004] estime que la notion d'alignement demeure mal définie, tant entre stratégies d'entreprise et stratégies des TI qu'au niveau opérationnel, entre SI et processus d'entreprise. Cette absence formelle de définition nous amène à nous poser des questions sur ses caractéristiques et son obtention.

De plus, maintenir un alignement opérationnel revient à conserver une cohérence sémantique et structurelle entre modèles hétérogènes et d'abstraction/granularité différentes. Un non-alignement se crée entre ces modèles hétérogènes lors de leurs manipulations. Pour se rendre compte de la difficulté à réaliser ce maintien, considérons le processus de transformation depuis un modèle *métier* vers un modèle *TI*, issus de leurs domaines respectifs. Ce processus est représenté Figure 2 [Stein et al., 2008].



**Figure 2. Processus de transformation d'un modèle métier vers un modèle TIC**

Le domaine métier produit des modèles de processus non-formels et interprétables essentiellement par l'homme rendant la phase d'implémentation s'exécutant au niveau TI plus complexe. Une première transformation depuis un modèle métier vers un modèle TI est nécessaire. Il convient de garder à l'esprit que ces modèles sont amenés à être modifiés, les processus représentés et les technologies de l'information utilisées pouvant évoluer comme nous l'avons indiqué précédemment. Des efforts de synchronisation, de mises à jour et de cohérence entre modèles s'avèrent alors nécessaires pour garantir leur alignement.

### 2.2 Objectifs

Afin d'améliorer les stratégies d'alignement actuelles, nos travaux suggèrent une approche générique pour la modélisation et l'implémentation des processus et de réaliser une plateforme supportant une telle approche. Nous proposons une méthode permettant le pilotage des processus métier, de leur modélisation à leur implémentation au sein d'un SI. A l'aide de concepts issus de l'ingénierie d'Entreprise et des Systèmes d'Informations dirigés par les modèles et des TI, nous présentons une démarche générique assurant une cohérence intermodèle. Son rôle est de conserver et de fournir toutes les informations liées à la structure et à la sémantique des modèles. En permettant la restitution intégrale d'un modèle transformé au sens de l'ingénierie inverse, notre plateforme permet une synchronisation entre modèle d'analyse et modèle d'implémentation issus respectivement du domaine métier et

du domaine TI. La cohérence intermodèle et la synchronisation obtenue sont les conditions nécessaires et suffisantes permettant un alignement opérationnel entre les domaines considérés. A travers la section suivante, nous décrivons les notions liées à celle de processus et notamment son ingénierie.

### 3 PROCESSUS, CYCLE DE VIE ET OUTILS

Un processus métier est une orchestration d'activités, incluant une interaction entre différents acteurs sous la forme d'échange d'informations, réalisant des objectifs métier. Le métier d'une entreprise représente un ensemble d'activités d'un domaine donné nécessitant des compétences et savoir-faire des acteurs de l'entreprise.

#### 3.1 Un processus, deux domaines

Ainsi, un processus peut être considéré selon deux domaines bien distincts durant son cycle de vie. Les étapes de ce cycle de vie sont représentées Figure 3. Le domaine métier regroupe les étapes relatives à l'analyse, la modélisation et l'optimisation du processus. Le domaine TI possède les étapes ayant un objectif d'automatisation du processus, à savoir son implémentation, son exécution et le prélèvement de données relatives à cette exécution.

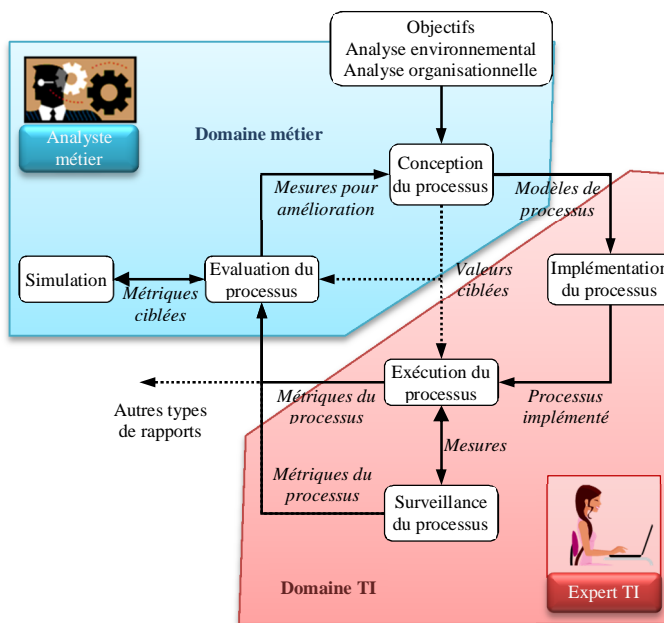


Figure 3. Processus, domaines et cycle de vie

Chacun de ces domaines possède un acteur intervenant lors des étapes-clés du cycle de vie d'un processus. L'analyste métier recherche de nouvelles façons d'améliorer l'efficacité métier de son entreprise, notamment en modifiant les processus (le séquençage des activités, l'attribution des rôles et des ressources...). L'expert TI considère les nouveaux besoins exprimés par l'analyste métier et les interprète selon des considérations techniques.

Ces différentes prises en charge du processus entraînent l'utilisation de modèles de représentation de processus différents. Le modèle d'analyse, utilisé par l'analyste métier, est un modèle conceptuel, peu ou pas formel et reposant sur un langage graphique. Il est majoritairement créé dans un but de documentation et de communication. Le modèle d'implémentation, technique et formel, adopte un langage textuel. Sa finalité est d'être implémentable et donc interprétable par moteur d'exécution.

#### 3.2 Cycle de vie

L'ingénierie des processus métier ou Business Process Management (BPM) propose un cycle de vie des processus et permet une gestion des processus de bout-en-bout. Il regroupe les étapes vues précédemment selon trois grandes phases. La phase d'analyse ou Business Process Analysis (BPA) regroupe les étapes d'analyse et de modélisation du processus. Une des caractéristiques importante d'une démarche d'ingénierie des processus métier est normalement la possibilité pour un analyste métier de définir les processus métier sans aucune compétence technique. Ainsi, suite à la phase d'analyse, nous obtenons une description informelle ou semi-formelle des processus métier. A travers la phase d'implémentation, ou Business Process Implementation (BPI), il revient aux experts TI de rendre les modèles de processus élaborés précédemment exploitables par un SI. Pour cela, ils ajoutent des informations techniques : le format des messages échangés, les protocoles de transport utilisés, les transformations de données effectuées, etc. Suites à ces modifications, le modèle de processus est implémenté et exécuté. Enfin, une phase de supervision des processus ou Business Activity Monitoring (BAM) conclue ce cycle. Elle fournit un ensemble d'outils assurant le pilotage de l'entreprise par un ensemble d'indicateurs d'analyse de performance. Ces métriques sont calculées sur la base des mesures obtenues lors de la phase d'implémentation ou de l'étape de simulation des modèles de processus. Elles fournissent les mesures nécessaires à l'évaluation et l'optimisation de ces derniers.

La démarche BPM permet un début de conciliation entre domaine métier et domaine TI. Elle accompagne également le processus métier dans sa démarche d'amélioration continue. Le BAM récolte en effet un ensemble de données depuis le BPI afin de constituer des métriques permettant l'évaluation du processus implémenté. Ces données ensuite utilisées dans le BPA permettent de modifier et d'optimiser le processus.

D'une manière générale les acteurs métier sont réticents à s'approprier les formalismes proposés par les experts TI et autres informaticiens pour spécifier simplement les processus à automatiser. Les formalismes de type UML ou bien les démarches d'urbanisation se sont avérés très éloignés des manières de penser des analystes du métier. Ainsi séparer la vision métier (et le formalisme l'accompagnant) de la vision TI (et le formalisme associé) à l'aide d'une démarche BPM réduit les difficultés rencontrées lors du passage entre la modélisation et l'exécution des processus.

#### 3.3 Outils

Des outils spécifiques sont mis en œuvre afin de supporter l'ensemble du cycle BPM. Il s'agit des suites BPM ou Business Process Management Suite – BPMS (le « S » est parfois considéré comme représentant le terme System).

L'arrivée des BPMS marque une évolution dans la structuration des applications du SI de l'entreprise.

Les architectures deux tiers de type client-serveur, trois tiers puis n-tiers de type web services ont permis la séparation de la couche présentation (client léger, lourd ou riche), de la couche application (règles et traitements) et de la couche données (SGBDR, ERP, legacy softwares, EAI ...). Néanmoins, les processus et la logique métier qui leur est associée, restent « noyés » dans la logique applicative. Il en est d'ailleurs de même avec les règles métier. L'extraction des processus et des décisions dissimulées dans les applications reste délicate. Ainsi les BPMS s'imposent comme une nouvelle couche du système d'information et visent à en extraire les processus (voire les décisions ou règles métier) selon les mêmes raisons qui ont

motivé dans les années 90 les informaticiens à extraire des applications les données dans les SGBD. L'extraction des processus métier des applications du système d'information, notamment des ERP doit permettre l'orchestration des activités d'un processus interne à l'entreprise.

Une suite BPM est une plateforme intégrée d'un éditeur unique rassemblant tous les composants nécessaires au développement et à l'exécution d'une solution BPM : modélisation et analyse, orchestration automatisée, tâches humaines, intégration des applications, règles métier, et supervision. Pour certaines catégories métier, un BPMS peut également se voir attribuer des composants comme la gestion de projet, la gestion de cas, les outils de collaboration, ... S'il existe, à ce jour, de nombreux éditeurs de BPMS de maturité différente, la structure de cette plateforme intégrée décrite Figure 4 reste identique.

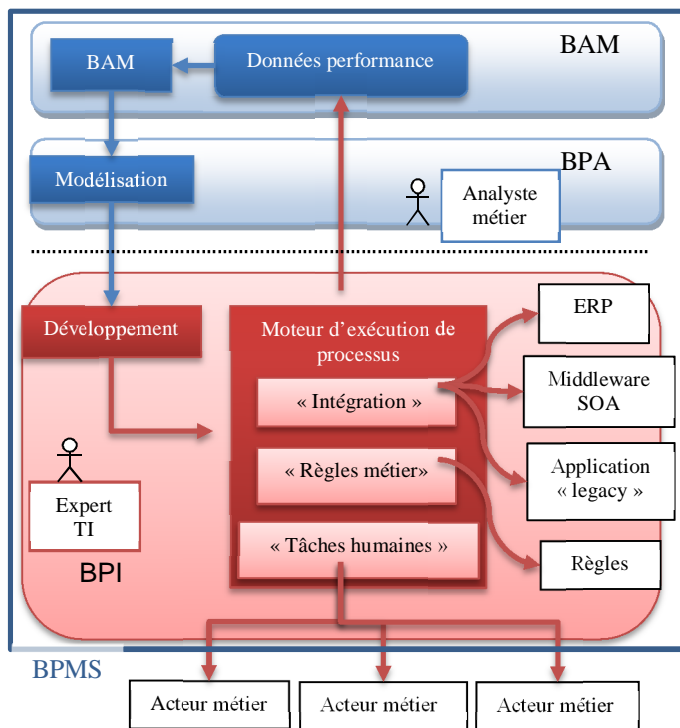


Figure 4. Structure BPMS

Le modèle de processus est déployé sur le moteur de processus, qui assigne les tâches aux acteurs de l'entreprise (cadre « Tâches humaines »), exécute les règles métier (cadre « Règles métier »), intègre les autres plateformes d'exécution (cadre « Intégration »). Le moteur de processus collecte également les données d'exécution et constitue les métriques permettant la surveillance des processus, dans les tableaux de bord BAM. L'ensemble de ces informations peut être réinjecté dans le modèle, permettant l'amélioration itérative du processus. Il convient de rappeler qu'un BPMS n'est pas un empilement de composants interchangeables, mais essentiellement une plate-forme intégrée éditée par un seul fournisseur.

### 3.4 Limites rencontrées

Le BPM propose une démarche empirique permettant la capitalisation des processus métier. Son cycle d'ingénierie inclut des étapes qui peuvent dépendre du domaine métier de l'entreprise ou de son domaine TI. Ceci devrait contribuer à réduire l'écart existant entre ces domaines. Cependant, une

relation systématique entre le BPM et le SI de l'entreprise reste difficilement réalisable. L'utilisation d'un BPMS ne permet qu'une relation unidirectionnelle, depuis le BPM vers le SI. Lors de la phase d'implémentation, pour rendre un processus vraiment exécutable, les experts TI doivent documenter un nombre conséquent d'informations techniques. Il existe un grand nombre de standards en ce qui concerne la modélisation du processus, la notation graphique, l'exécution des processus et les langages associés. Néanmoins, la phase d'implémentation reste péniblement automatisable et il paraît illusoire de croire pouvoir fournir directement un modèle BPA prêt à être exécuté.

L'objectif principal du BPM est d'améliorer la communication entre acteurs métier et experts TI pour rendre les processus de l'entreprise exécutables et contrôlables. Cependant, toutes modifications apportées au modèle lors de la phase d'implémentation n'est pas systématiquement signalées, ou documentées aux analystes métier. Il faudrait à cet effet définir des règles de collaboration entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, ce qui est d'autant plus vrai que le BPM perturbe les frontières habituelles.

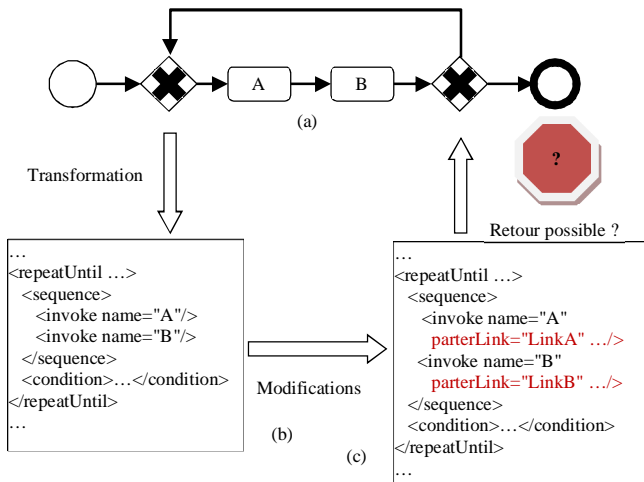
Des suites BPM furent développées facilitant la transformation des modèles BPA vers des modèles BPI ainsi que leur supervision. En effet, les outils de modélisation seuls utilisés par les acteurs métier ne sont pas forcément en mesure d'exécuter les processus modélisés. Rares sont les logiciels d'analyse de processus utilisés lors de l'étape BPA qui vont jusqu'à l'informatisation des processus ou leur exécution. Rien ne garantit que le modèle de processus soit informatisable lors de sa génération d'un outil de modélisation non-intégré à un BPMS complet. Ainsi au sein de l'entreprise, les modèles de processus restent la plupart du temps purement contemplatifs, déconnectés du SI, utilisés seulement comme un référentiel de connaissances (sous MS Visio ou autre outil de bureautique par exemple). L'alignement métier-TI n'est ni validé, ni vérifié. Nous avons néanmoins vu les limites du BPM. Il reste difficile de maintenir un lien entre BPA et BPI permettant d'assurer une cohérence et une synchronisation intermodèle. L'utilisation d'un BPMS s'inscrit dans une architecture fermée et est à ce jour restrictif. Elle va à l'encontre de notre recherche d'agilité au niveau fonctionnel d'une entreprise. La partie suivante mettra en exergue ces difficultés dont la résolution caractérisera notre approche solution.

## 4 ALIGNEMENT OPERATIONNEL

A partir des limites décrites précédemment, nous définissons les verrous empêchant l'alignement opérationnel, responsables de la création de l'écart métier-TI. A titre d'exemple, nous considérons la transformation au niveau fonctionnel depuis un modèle BPMN [Abramowicz et al., 2007] vers un modèle BPEL (Business Process Execution Language) [Ouyang et al., 2006], [Hettel, 2010]. BPMN est un langage de notation graphique représentant les processus métier. Manipulé par les analystes métier d'une entreprise, le BPMN fournit entre autres : des activités, représentées par des rectangles arrondis ; des portes logiques représentées par des losanges ; des événements identifiant les interactions avec le « monde extérieur », représentés par des cercles ; un séquençement indiquant l'ordre d'exécution, défini par des flèches reliant les éléments évoqués précédemment.

A l'aide de ces différents éléments, une séquence d'activités d'un processus peut être détaillée afin de réaliser un objectif métier (comme produire ou vendre des biens). L'utilisation de portes logiques permet de représenter la prise de décision ou une exécution parallèle. La figure 5 (a) décrit un exemple de

modèle BPMN. BPEL d'un autre côté est un langage d'exécution orienté blocs ou bloc-orienté. Utilisé par les experts TI, il ne possède pas de notation graphique et utilise à la place une sérialisation XML. La figure 5(b) représente le résultat d'une transformation depuis le modèle BPMN précédemment cité.



**Figure 5. Transformation d'un modèle BPMN à un modèle BPEL**

Plusieurs changements interviennent lors de cette transformation. D'une part, il faut préciser que lors de cette transformation, les aspects graphiques du modèle BPMN sont perdus. D'autre part, le modèle BPEL obtenu peut nécessiter des ajustements de code. Par exemple, les variables contenues au sein des activités A et B peuvent nécessiter d'être déclarées comme assignées à des paramètres de services-web. Ces informations nécessaires à l'exécution du processus modélisé sont ajoutées et représentées figure 5 (c), ici les « partnerLinks ». Suite à cette transformation et à ces modifications, plusieurs interrogations peuvent nous interpeller :

- Les modèles (a) et (c) sont-ils toujours synchronisés ?
- Les modèles (a) et (c) sont-ils sémantiquement équivalents ?
- Les modèles (a) et (c) sont-ils cohérents entre eux ?

Les sous-sections suivantes tentent de répondre à ces différentes questions.

#### 4.1 Synchronisation

Nous définissons la synchronisation entre modèles de la manière suivante : deux modèles,  $i$  et  $j$ , sont dits synchronisés si et seulement si des changements significatifs effectués sur le modèle  $i$  peuvent être répercutés sur le modèle  $j$ . Est considéré comme significatif tout changement modifiant la structure et/ou le comportement d'un modèle. Dans l'exemple proposé, les modèles ne sont plus synchronisés. Les précisions apportées à la

Figure 5(c) modifient son comportement (ici, la manière dont les différentes activités du processus modélisé sont exécutées). Cependant, ces modifications ne peuvent pas être retranscrites dans un modèle BPMN et donc dans le modèle (a).

#### 4.2 Equivalence sémantique

[Izza, 2006] définit l'équivalence ainsi : « deux concepts sont équivalents s'ils ne représentent qu'un seul et même concept ». Il demeure difficile de comparer l'équivalence sémantique de modèles syntaxiquement différents et d'abstraction différente. Cependant, en considérant les modèles  $i$  et  $j$  et l'ensemble

respectif des éléments constituant ces modèles,  $E_i$  et  $E_j$ , nous pouvons proposer la définition ci-dessous. Les modèles  $i$  et  $j$  sont sémantiquement équivalents si pour chaque élément appartenant à  $E_i$ , un élément (ou un ensemble d'éléments) appartenant à  $E_j$  peut lui être associé. De plus; chacun de ces éléments associés doit suivre la même orchestration.

Dans cet exemple simple, les modèles restent sémantiquement équivalents : le déroulement du processus reste identique, qu'il s'agisse du déroulement des activités dans le modèle (a) ou dans le modèle (c). Cependant, les modèles n'étant plus synchronisés, si une modification importante devait intervenir sur le modèle (c), celle-ci ne serait pas répercutée sur le modèle (a), le rendant obsolète et l'équivalence entre modèle ne serait plus maintenue.

#### 4.3 Cohérence intermodèle

Pour les analystes métier de l'entreprise, le processus représenté par le modèle BPEL peut paraître différent de celui défini selon le langage BPMN. Il peut en effet être compliqué à un analyste métier de représenter un modèle BPMN à la lecture des lignes de code de ce même modèle modifié et sérialisé en XML selon un standard mettant en avant l'implémentation des processus. Cependant, les modèles BPMN ou BPEL peuvent exprimer la même chose. Ainsi, le terme « Représentation » semble ici inadéquat. De ce fait, nous le remplaçons par celui de « Cohérence intermodèle », terme présenté dans [Ulmer et al., 2010b]. Nous supposons qu'il existe une cohérence dite « intermodèle » entre deux modèles si nous observons une équivalence sémantique et s'ils sont synchronisés entre eux.

Nous considérons cette cohérence intermodèle comme une condition nécessaire et suffisante d'un alignement opérationnel tel que défini section 2. Obtenir un alignement fonctionnel n'est pas une solution triviale en soi, cependant cet alignement est recherché au sein d'un cycle BPM. Les sections suivantes décrivent pourquoi l'alignement métier-TI est si important et quelles sont les différentes difficultés rencontrées.

### 5 NECESSITE DE NOTRE APPROCHE

Les transformations des modèles selon un cycle d'ingénierie des processus restent compliquées à mettre en œuvre malgré l'aide d'outils comme les BPMS. Ces derniers mettent les dirigeants d'une entreprise en face d'un choix tout aussi compliqué : agilité ou alignement opérationnel ?

En effet, l'utilisation d'un BPMS a pour conséquence de faciliter les transformations depuis la phase d'analyse, vers la phase d'implémentation. Un alignement temporaire entre modèles d'analyse et modèles d'implémentation peut être obtenu. Afin d'implémenter correctement les processus, leurs modèles sont modifiés lors de la phase d'implémentation. Ces modifications ne sont pas répercutées sur les modèles d'analyse associés, la synchronisation n'est pas maintenue. Il n'y a plus de cohérence intermodèle et donc plus d'alignement opérationnel comme nous l'avons défini. La transformation reste unilatérale. Toutes modifications apportées au processus à un niveau analyse entraîne une nouvelle génération complète d'un modèle, les différentes expertises apportées au modèle lors de la phase d'implémentation sont à réitérer. En considérant la « bonne architecture » BPM proposée par [Havey et Havey, 2005], nous remarquons qu'il n'y a pas de retour d'information vers les modèles d'analyse modélisés en amont. Si ces modèles ne sont pas enrichis et mis à jour, alors ils risquent de devenir à terme des modèles « contemplatifs », des fichiers documentaires difficilement exploitables et

désynchronisés des modèles d'implémentation et donc des processus métier exécutés.

Afin de pallier ces déficits, nous proposons une approche se basant sur l'utilisation d'un modèle intermédiaire, un modèle pivot. Cette approche assurerait un couplage faible entre environnements d'analyse et d'implémentation, et la cohérence entre les différents modèles et métamodèles.

### 5.1 Vers une approche centrée pivot

Le rôle du pivot est d'assurer une équivalence sémantique entre un modèle analyse et le modèle d'implémentation lui correspondant. A travers nos différents travaux [Ulmer et al., 2009], [Ulmer et al., 2010a], nous proposons une méthode centrée pivot afin d'améliorer l'alignement des différents modèles issus des phases d'analyse et d'implémentation.

Nous considérons qu'à travers une telle approche, le système pivot est en mesure de faciliter la transformation entre des modèles de perspectives et d'abstractions différentes. Il peut ajouter les informations considérées comme nécessaires, préserver l'intégrité de ces informations et leur cohérence. Il permet une indépendance entre l'environnement de modélisation et l'environnement d'implémentation afin d'assurer un couplage faible entre les modèles issus de ces environnements. Ce format intermédiaire devient alors nécessaire pour stocker et échanger les informations des modèles entre les environnements de modélisation et d'implémentation.

### 5.2 Caractérisation

Il faut identifier tous les aspects décrivant un système afin de mieux le définir, ce qui dans notre cas revient à définir les activités à exécuter, les documents nécessaires à leur exécution, les agents impliqués et les ressources utilisées. Nos modèles reposeront essentiellement sur une vue fonctionnelle. La vue fonctionnelle décrit les processus et leurs structures. Selon [Touzi, 2007], elle se situe au cœur des autres vues de l'entreprise et est connectée à toutes ces autres vues par l'intermédiaire de l'élément Activité. Ceci permet à des concepts inhérents aux autres vues d'intervenir de manière ponctuelle, en fonction des standards et langages de modélisations utilisés au sein de notre approche.

L'approche proposée se veut également générique en restant indépendante des langages et des environnements. Cependant, celle-ci n'est pas absolue. Une généricité absolue signifierait que notre pivot est capable de s'adapter à tous types de modèles, issus de langages standards ou spécifiques. Cet objectif peu réalisable rendrait notre métamodèle pivot complexe, difficile à mettre en œuvre et à maintenir. Il faut chercher un compromis entre généricité absolue et simplicité/agilité. Pour cela, nous considérons l'approche proposée comme relative à un domaine métier (services bancaires, procédés physico-chimiques...), à un contexte d'étude et à un niveau d'abstraction recherché. Nous parlerons ainsi de « généricité relative ».

Posséder une vue multi-perspective complète et globale des domaines métier et TI considérés est essentiel. Ainsi un troisième acteur se révèle nécessaire : architecte des processus métier. En conciliant les deux niveaux d'abstractions propres à l'analyste métier et à l'expert TI, l'acteur « pivot » permet de « fluidifier » les échanges et d'obtenir une meilleure cohérence entre modèles. Il joue le rôle d'interface entre l'environnement d'analyse et celui d'implémentation. Il possède les connaissances nécessaires métiers et techniques pour définir un « style architectural ». Concrètement le rôle de l'architecte des processus est de déterminer quelles sont les données provenant

d'un modèle d'analyse et utilisées par un modèle d'implémentation associé (figure 6-a), comme par exemple les données relatives au control-flow. L'architecte des processus doit garantir la préservation de l'intégrité des informations depuis le modèle d'analyse vers le modèle d'implémentation résultant (figure 6-b). Il peut s'agir d'informations graphiques, des annotations non-spécifiques ou non nécessaires pour le modèle d'implémentation. Il doit également être capable d'apporter des informations nécessaires à la bonne formation du modèle d'implémentation (figure 6-c), par exemple des détails sur les rôles et les méthodes. Ces données ont à ce stade une valeur par défaut. L'opération inverse (transformation d'un modèle d'implémentation vers un modèle d'analyse) s'effectue de la même manière et nécessite la même participation de la part de l'architecte des processus.

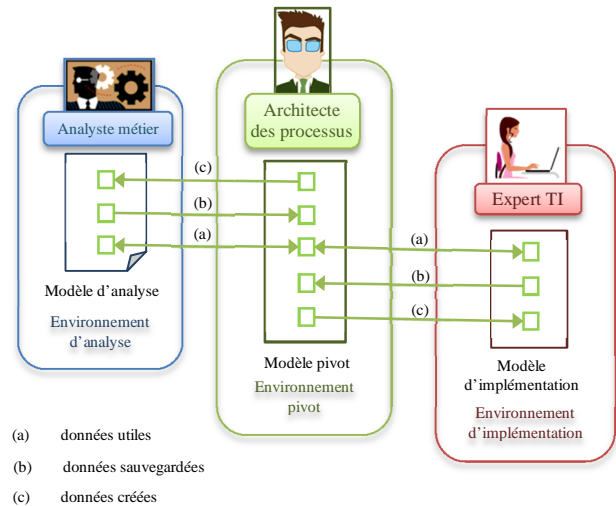


Figure 6. Acteurs et données échangées

A travers nos travaux, nous cherchons à formaliser les données échangées entre les différents environnements et acteurs de notre approche. Nous ne chercherons pas à définir les interactions entre ces acteurs. Différentes approches traitent de cette problématique, en particulier les approches de modélisation à base d'agents [Drogoul et al., 2008].

### 5.3 Conception

A l'aide de concepts issus de l'IDM, nous avons justifié les relations de cohérence entre modèles [Ulmer et al., 2010b]. Les transformations utilisées permettent d'assurer la synchronisation et la cohérence intermodèle. Ces transformations sont constituées de fonctions de conformité constructive [Favre et al., 2006].

Ces règles de transformations permettent de passer d'un modèle  $m_i$  (i pour BPA ou BPI) à un modèle pivot (noté  $m_{pivot}$ ). Son rôle est d'assurer une équivalence sémantique entre un modèle  $m_{BPA}$  avec un modèle  $m_{BPI}$ . Il doit également permettre une indépendance entre modèle cible et modèle de départ (modifier  $m_{BPA}$  sans se soucier du domaine TI et de l'environnement d'implémentation associé ou modifier  $m_{BPI}$  sans se soucier du domaine métier et de son environnement d'analyse) et ainsi d'obtenir un couplage faible entre  $m_{BPA}$  et  $m_{BPI}$ . Ce format intermédiaire devient alors nécessaire pour stocker et échanger les informations des modèles entre les environnements de modélisation et d'intégration. Nous obtenons bien le modèle pivot comme élément central et nécessaire permettant l'équivalence sémantique entre modèles d'analyse et d'implémentation :

$$m_{BPA} \xrightarrow{f_{c_{BPA}}} m_{pivot} \xleftarrow{f_{c_{BPI}}} m_{BPI}$$

La figure 7 reprend les différentes relations existantes entre métamodèles et modèles hétérogènes.

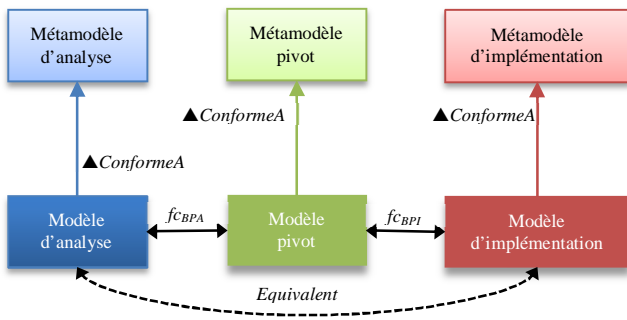


Figure 7. Relations entre modèles et métamodèles

## 6 MISE EN ŒUVRE

Pour confirmer notre approche théorique évoquée dans la partie précédente, nous menons un projet de développement logiciel. Le résultat de ce projet, la plateforme Solution pour la Cohérence et l'ALignement des Processus – SCALP, est décrit. Puis nous présentons un cas d'étude afin de mettre en œuvre notre approche. Un processus utilisé en industrie est manipulé depuis sa modélisation jusqu'à sa transformation en module fonctionnel pour un logiciel de type ERP.

### 6.1 Projet de développement logiciel

Afin de valider et mettre en œuvre notre approche, nous avons développé un prototype logiciel. L'objectif de ce prototype est de permettre concrètement la cohérence des modèles issus du domaine métier et du domaine TI. Il permet également d'améliorer ainsi l'alignement opérationnel entre processus d'entreprise et système d'information. La plateforme logicielle développée, nommée SCALP ou Solution pour la Cohérence et l'ALignement des Processus, englobe les trois environnements de notre approche (figure 8).

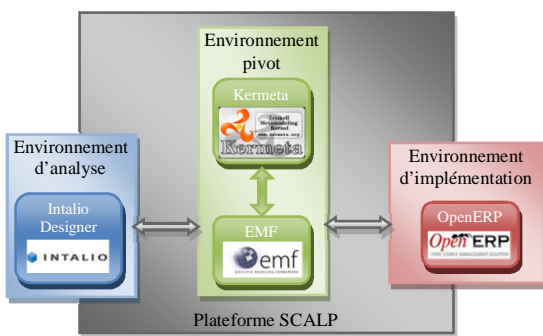


Figure 8. Plateforme SCALP

L'environnement pivot encadrant la transformation d'un modèle provenant d'un environnement (le modèle d'entrée) vers un autre (le modèle de sortie). Il permet la préservation de l'intégrité des informations contenues dans le modèle d'entrée. Il repose sur le framework de modélisation d'Eclipse, Eclipse Modelling Framework (EMF). Les outils de métamodélisation utilisés sont les outils Ecore et le langage Kermeta. Kermeta permet de décrire la sémantique opérationnelle, fonctionnalités s'appliquant sur les différents éléments des métamodèles. L'environnement de modélisation où un modèle conceptuel de processus est dessiné par un analyste métier, repose sur l'outil de modélisation: Intalio Designer. Le modèle d'entrée ainsi

obtenu est rendu exécutable par l'expert TI au sein de l'environnement d'implémentation. Ce modèle est transformé en un module ERP utilisable par le progiciel de gestion intégré OpenERP. Le tableau 1 ci-dessous reprend l'ensemble des technologies et applications impliquées dans notre projet de développement logiciel. Ainsi, notre plateforme s'appuie sur des applications logicielles sans compatibilité particulière et fournissant des modèles hétérogènes et dont les environnements d'analyse et d'implémentation ne proposent pas de métamodèles au sens strict.

Tableau 1. Applications et technologies utilisées par la plateforme SCALP

Niveau	Outil de modélisation	SCALP	Progiciel de Gestion
Applications applicatifs	Intalio Designer 6.0.2	Ecore 0.7.0, EMF 1.4.0, XML JDom, Kermeta 1.3.0	OpenERP 5.0.14 PGAdmin III
Technologies langages	BPMN, XML	XML, XMI, Java	Python, PostgreSQL, XML
Format des fichiers	.bpmm, .bpmm_diagram	.xmi, .ecore, .java, .kmt	.xml, .py

### 6.2 Démonstration

La démonstration que nous présentons succinctement dans cette section est une approche permettant la modélisation et l'implémentation des processus métier depuis un diagramme de processus vers un module ERP. L'étude de cas considérée porte sur un processus de réintégration de produits type parfum ayant subi un contrôle qualité. Ce processus a été récemment mis en place par un grand groupe de cosmétique au sein de ses unités de production de parfum. L'utilisation de la plateforme SCALP à travers un scénario constitué de trois phases met en avant les différents concepts de notre approche. La mise en place de cette approche avec notre cas d'étude est plus particulièrement détaillée dans [Ulmer, 2011]. Lors de la première phase, nous réalisons la transformation d'un modèle conceptuel, un diagramme de processus Intalio, en un modèle technique, un module OpenERP. Cette phase montre comment SCALP réalise la transformation tout en préservant les données issues du modèle d'analyse et non-utilisées par le modèle d'implémentation à travers le modèle pivot. Le module obtenu peut nécessiter des ajustements ad-hoc.

Lors de la seconde phase, SCALP permet de préserver à leur tour les informations issues du modèle d'implémentation, tout en restituant les informations nécessaires au modèle d'analyse. Nous prouvons également que les modifications ad-hoc effectuées entre ces deux phases sont bien prises en compte.

La troisième phase du scénario montre que les modifications apportées au modèle d'analyse, SCALP est en mesure de fournir directement un module OpenERP complet et ne nécessitant pas d'apport d'information, à l'aide du modèle pivot.

En synthèse, nous observons que SCALP génère un modèle de sortie prenant directement ou indirectement en compte les modifications subies par le modèle d'entrée. Et à l'aide d'un modèle pivot, l'intégrité des informations est assurée. Ainsi SCALP permet une synchronisation et une équivalence sémantique des modèles. Nous obtenons alors une cohérence intermodèle permettant l'alignement opérationnel.

## 7 CONCLUSION

Nos travaux de recherche abordent une approche générique pour la modélisation et l'implémentation des processus. Cette approche cherche à caractériser la notion d'alignement au niveau opérationnel et à maintenir la cohérence entre les

modèles issus des environnements d'analyse et d'implémentation, la synchronisation entre ces modèles et leur équivalence sémantique. Cette approche se base sur un élément pivot garantissant la préservation et l'intégrité des informations des modèles manipulés et appartenant à des domaines de considération distincts. Pour cela, un dialogue entre les acteurs des différents environnements (l'analyste métier et l'expert TI) doit s'effectuer et être supervisé. Ce rôle incombe à l'architecte des processus que nous avons défini dans cet article. Notre approche garantit une cohérence intermodèle entre modèles hétérogènes et d'abstractions différentes, grâce aux mécanismes de transformations de modèles basés sur des métamodèles formellement définis et à l'utilisation d'un modèle pivot. Elle entretient un couplage faible entre environnement d'analyse et environnement d'implémentation. Pour démontrer la faisabilité de cette approche, un prototype logiciel a été développé en ce sens, la plateforme SCALP (Solution pour une Cohérence et un Alignement des Processus). Cette plateforme repose sur des technologies logicielles issues de l'open source et ne possédant pas de compatibilité particulière. La mise en œuvre de cette plateforme nous permet d'obtenir une transformation bilatérale entre modèles hétérogènes et une cohérence intermodèle. La mise en œuvre de notre approche résulte en une plateforme complexe, manipulant divers technologies et outils. Or cette complexité en elle-même démontre l'utilité d'une telle approche. Elle permet de concilier des environnements différents et autonomes, tout en manipulant leurs modèles. Ces modèles sont hétérogènes et d'abstractions différentes. Nous avons montré que plusieurs conditions étaient nécessaires afin d'obtenir une cohérence intermodèle. Néanmoins cette cohérence et ce travail en amont ne sont pas justifiables pour des transformations unilatérales, depuis BPA vers BPI. Tout au long de l'article, nous avons montré que cette transformation bilatérale se situait au cœur d'une démarche d'alignement de l'infrastructure métier et des processus d'entreprise et les infrastructures SI. Il faudrait cependant éprouver notre plateforme en utilisant des processus plus spécifiques issus par exemple de PME/PMI. De même, pour étayer la propriété « couplage faible » de notre plateforme, son utilisation avec de nouveaux outils est envisagée (par exemple Bizagi Process Modeler en amont et un outil bureautique type Microsoft Excel en aval).

## 8 BIBLIOGRAPHIE

- Abramowicz, W., Filipowska, A., Kaczmarek, M., & Kaczmarek, T. (2007). Semantically enhanced Business Process Modelling Notation, *3rd European Semantic Web Conference - ESWC 2007*.
- Amit, R. & Schoemaker, P. J. H., (1993). Strategic Assets and Organizational Rent, *Strategic Management Journal*, vol. 14 pp. 33-46.
- Avison, D., Jones, J., Powell, P., & Wilson, D., (2004). Using and validating the strategic alignment model, *Journal of Strategic Information Systems*, vol. 13 pp. 223-246.
- Boucher, X., (2007). *Vers un pilotage agile de l'évolution des systèmes de production*. Habilité à Diriger les Recherches. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
- Chan, Y. E., Huff, S. L., & Barclay, D. W., (1997). Business Strategic Orientation, Information Systems Strategic Orientation and Strategic Alignment, *Information Systems Research*, vol. 8 pp. 125-150.
- Drogoul, A., Treuil, J. P., Zucker, J. D., (2008). *Modélisation et simulation à base d'agents: exemples commentés, outils informatiques et questions théoriques*, Dunod.
- Earl, M. J., (1992). Putting IT in its place: a polemic for the nineties, *Journal of Information Technology*, vol. 7 pp. 100-108.
- Favre, J.-M., Estublier, J., & Blay-Fornarino, M., (2006). *L'ingénierie dirigée par les modèles : au-delà du MDA*, Hermès Science Publications.
- Havey, M.V. & Havey, M., (2005). *Essential Business Process Modeling* O'Reilly Media, Incorporated.
- Henderson, J. C. & Venkatraman, N., (1993). Strategic alignment: Leveraging information technology for transforming organizations, *In IBM Systems Journal*, vol. 32 pp. 3-16.
- Hettel, T., (2010). *Model Round-Trip Engineering*. Faculty of Science and Technology.
- Izza, S., (2006). *Intégration des Systèmes d'Information Industriels - Une Approche Flexible Basée sur les Services Sémantiques*. École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
- Luftman, J. & Maclean, E. R., (2004). Key issues for IT executives, *MIS Quaterly Executive*, vol. 4, n°2 University of Minnesota, ed., University of Minnesota.
- Ouyang, C., Van der Aalst, W. M. P., Dumas, M., & Ter Hofstede, A. H. M., (2006). *Translating BPMN to BPEL*.
- Stein, S., Kühne, S., & Ivanov, K., (2008). Business to IT Transformations Revisited, *BPM 2008*.
- Touzi, J., (2007). *Aide à la Conception de Système d'Information Collaboratif Support de l'Interopérabilité des Entreprises*, Thèse de doctorat, Ecole des Mines d'Albi Carmaux.
- Ulmer, J.-S., Belaud, J.-P., & Le Lann, J.-M., (2009). Proposition d'une méthodologie générique pour la formalisation et l'implémentation des processus, *XXVIIème congrès INFORSID*, Toulouse, France: pp. 43-58.
- Ulmer, J.-S., Belaud, J.-P., & Le Lann, J.-M., (2010a). Proposition d'une approche générique pour la formalisation et l'implémentation des processus, *Networking and information systems - Revue des sciences et technologies de l'information*, vol. 15/4 pp. 63-87.
- Ulmer, J.-S., Belaud, J.-P., & Le Lann, J.-M., (2010b). Towards a pivotal-based approach for Business process alignment, *8<sup>th</sup> International Conference of Modeling and Simulation - MOSIM'10 - "Evaluation and optimization of innovative production systems of goods and services"*.
- Ulmer, J. S., (2011). *Approche pour la modélisation et l'implémentation des processus*, Thèse de doctorat, ENSIACET.
- Wagner, H.-T., Beimborn, D., Franke, J., & Weitzel, T., (2006). IT Business Alignment and IT Usage in Operational Processes: A Retail Banking Case, *39th Hawaii International Conference on Systems Science*, IEEE Computer Society.
- Ward, J. & Peppard, J., (2002). *Strategic Planning for Information Systems* John Wiley & Sons, Ltd, 3rd Edition.
- Yang, A., Braunschweig, B., Fraga, E. S., Guessoum, Z., Marquardt, W., Nadjemi, O., Paen, D., Piñol, D., Roux, P., Sama, S., Serra, M., & Stalker, I., (2008). A multi-agent system to facilitate component-based process modeling and design, *Computers & Chemical Engineering*, vol. 32 Elsevier, ed., pp. 2290-2305.