

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Khider Biskra



Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département d'Informatique

N° d'ordre :

Série :

Thèse de Doctorat en Sciences en Informatique

Présentée par

OUAAR HANANE

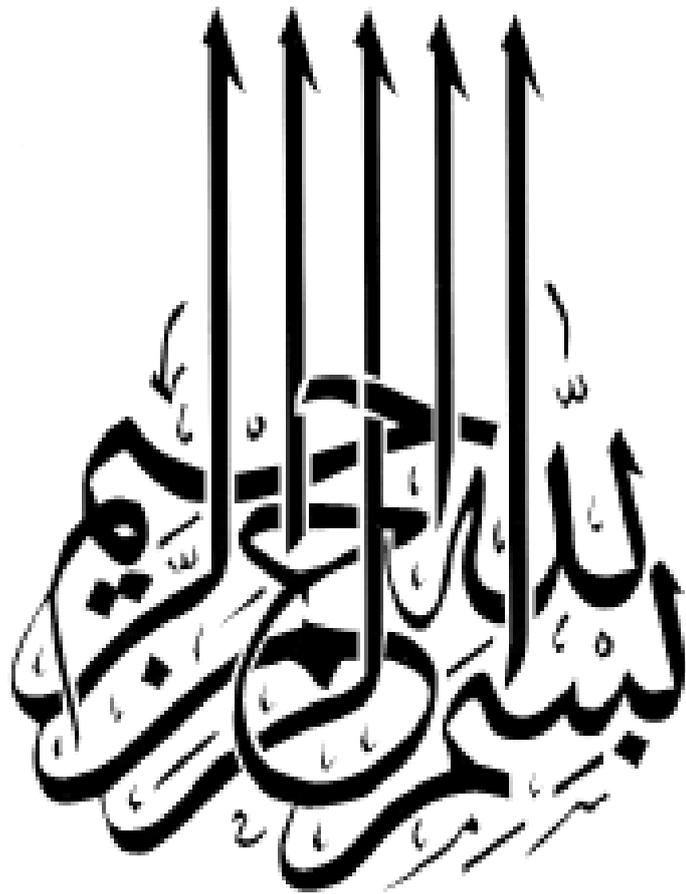
Thème

*Une approche agile de développement d'un système
de supervision permettant la coordination et la
collaboration des processus métiers basés web*

Devant le jury composé de:

<i>Président :</i>	Mr. KAZAR Okba	Professeur à l'université de Biskra
<i>Rapporteur :</i>	Mr. BOUFAIDA Mahmoud	Professeur à l'université de Constantine 2
<i>Examineur :</i>	Mr. BENMOHAMMED Mohamed	Professeur à l'université de Constantine 2
<i>Examineur :</i>	Mr. MAAMRI Ramdane	Professeur à l'université de Constantine 2
<i>Examineur :</i>	Mr. MELKEMI Kamal Eddine	Professeur à l'université de Biskra

Soutenue le : 12/04/2018



Remerciements

En premier lieu, je remercié « DIEU » de m'avoir venu en aide pour que je puisse aboutir à la réussite.

La réalisation de cette thèse est l'aboutissement d'un parcours académique long, souvent laborieux et au cours duquel, malgré les embûches, j'ai toujours été animée par la volonté de finir, ou plutôt d'en finir. L'accomplissement de ce travail n'aurait pu être réalisé sans le soutien et la collaboration de nombreuses personnes que je tiens à remercier sincèrement:

Je tiens tout d'abord à remercier le **Professeur Boufaïda Mahmoud** qui fut mon directeur de thèse depuis le cycle du magister, et dont l'enthousiasme et la générosité me donnèrent le goût de la recherche. Il a su m'encadrer en me laissant ma liberté, et qui m'a amenée à découvrir l'avantage de l'informatique et qu'il soit remercié de sa patience, son indéfectible disponibilité pour écouter les questions et m'aider à trouver les réponses. Je ne serai jamais assez perfectionniste à son goût, je n'en ai que trop conscience, c'est lui qui m'a fait profiter de son expérience et qui m'a suivi avec attention l'ensemble de cette étude. Ses conseils avisés et ses critiques toujours constructives m'ont permis de passer à travers les moments difficiles. Pour toutes ces raisons, je le remercie chaleureusement.

J'aimerais également remercier les professeurs participant au jury de thèse :

**KAZAR Okba, MAAMRI Ramdane, MELKEMI Kamal Eddine,
BENMOHAMED Mohamed,**

pour avoir accepté de juger mon travail, ce qui me permet à travers leurs questions et remarques utilitaristes de me donner une aide précieuse et de me permettre d'améliorer de manière significative certaines parties de mon manuscrit.

J'éprouve aussi une grande reconnaissance à l'égard de mes parents, qui m'ont supporté tout au long de mes études. Ils savent combien ils comptent pour moi: maman, papa, ils m'ont redonné confiance au moment où j'en avais le plus besoin, ils m'ont permis de continuer ce travail sans jamais abandonner. Pour tout ça et bien plus encore, je ne les remercierai jamais assez. Votre support m'a été très précieux. J'espère leurs avoir rendu un petit peu de ce qu'il m'a apporté.

Je tiens aussi à remercier mon cher mari Djamel pour son soutien morale et son collaboration, aussi un grand merci à mes chers frères et sœurs, avec qui j'ai pu m'aérer l'esprit par quelques discussions et quelques journées aventurées; à qui je dédie toutes ces heures de travail consacrées pour ma thèse au détriment du temps que j'aurais du passer en leur compagnie. Ils demeurent ma plus grande source de motivation et ceux à qui je dois, en premier lieu, la réalisation de cette thèse.

Je voudrais dire aussi un très grand merci à mon collègue khabbache samir. Ce mot, qu'à travers les moments de tension, et pour tous les instants de jubilation, de joie ou toutes les digressions: je dis merci.

الإهداء

بسم الله والصلاة و السلام على رسول الله

﴿...رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي
وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه وأدخلني
برحمتك في عبادك الصالحين...﴾

- سورة النمل الآية 19 -

إلى شهداء الواجب الوطني...

إلى ثورة التحرير روح الاستقلال...

إلى الجزائر وطني الغالي...

إلى من قال فيهما الله سبحانه وتعالى: (و اخفض لهما جناح الذل من الرحمة وقل ربي ارحمهما كما

- والدي الكريمين -

ربياني صغيرا)

عرفانا بفضلهم علي و بما غمراني به من عطف و دعوات أنارت لي الطريق... أطل الله في عمرهما.

إلى عائلتي الصغيرة.

إلى إخوتي و أخواتي الأفاضل الذين شجعوني على مواصلة دراستي و وقفوا إلى جانبي و شدوا من أزري.

إلى كل مجتهد ... يطمح في الوصول إلى هدفه.

أهديكم هذا العمل المتواضع راجية من الله عز و جل أن يجعله في ميزان حسناتي. - أمين -

واعر حنان

Table des Matières

Table des matières.....	I
Liste des figures.....	V
Liste des tables.....	VII

Introduction générale

1. Contexte & Motivations	1
2. Problematique.....	3
3. Objectifs et contribution de la thèse.....	4
4. Organisation de la thèse.....	6

Chapitre 1: État de l'art : Outils conceptuels et technologiques adoptés pour la supervision des processus métiers

1.1 Introduction.....	8
1.2 Processus métiers et stratégie métier	9
1.2.1 Principes fondamentaux des PMs.....	9
1.2.2 Stratégie métier.....	12
1.3 Gestion des PMs	12
1.3.1 Principe et fonctionnement.....	13
1.3.2 Cycle d'ingénierie des PMs	14
1.3.3 Synthèse.....	15
1.4 Concepts de supervision des PMs	16
1.4.1 Principe et définitions	16
1.4.2 Types de supervision.....	17
1.4.3 Supervision des activités métiers	19
1.4.4 Activités d'un cycle de supervision métier.....	20
1.4.5 Objectifs de la supervision	21
1.5 Formalismes adoptés dans la solution de supervision métier.....	22
1.5.1 Méthode de mesure des performances (BSC: Balanced ScoreCard BSC)...	22
1.5.2 Langage de spécification des PMs (BPEL4WS).....	26
1.5.3 Systèmes multi-agent et interaction	29

1.5.4 Synthèse	31
1.6 Agilité, principes et définitions.....	32
1.7 Etude de quelques approches pour la supervision des PMs	33
1.7.1 Quelques méthodes de développement de système de supervision.....	34
1.7.2 Quelques systèmes de gestion de la supervision	37
1.7.3 Synthèse	41
1.8 Conclusion.....	44

Chapitre 2: Une méthodologie de transformation de stratégie métiers et de modélisation de protocole d'interaction des processus métiers

2.1 Introduction.....	45
2.2 Objectifs.....	46
2.3 Description générale de l'approche globale.....	47
2.3.1 Spécification de la méthodologie	48
2.3.2 Définition de l'architecture.....	49
2.3.3 Description de la solution globale	50
2.4 Motivations.....	50
2.5 Différentes activités d'un cycle de supervision	52
2.6 Aperçu de la méthodologie proposée	54
2.6.1 Description globale	54
2.6.2 Processus 1: Identification de la stratégie métier pour construire le nouveau BSC.....	55
2.6.3 Processus 2:Spécification du protocole d'interaction.....	57
2.7 Motivations de l'extension du structure originale de BSC.....	59
2.8 Conclusion	60

Chapitre 3:Une architecture basée agent pour la supervision des processus métiers

3.1 Introduction	62
3.2 Motivations de l'approche agent.....	63
3.3 Description du système de supervision	64
3.3.1 Aperçu global de l'architecture proposée.....	64
3.3.2 Description des deux niveaux de l'architecture.....	65
3.4 Structure le la base de données historique.....	67

3.5 Structure et rôles des différents agents	68
3.5.1 Agent de Paramétrage	68
3.5.2 Agent Coordinateur	69
3.5.3 Agent Collecteur	71
3.5.4 Agent Mobile	71
3.6 Fonctionnement de système et comportement des différents agents	72
3.6.1 Agent de Paramétrage	72
3.6.2 Agent Coordinateur	73
3.6.3 Agent Collecteur	73
3.6.4 Agent Mobile	73
3.7 Spécification des mécanismes de collaboration et de coordination inter agent...	73
3.7.1 Spécification du mode de coopération inter agent.....	73
3.7.2 Spécification du protocole de supervision.....	75
3.7.3 Spécification du protocole de migration	76
3.8 Discussion	77
3.9 Conclusion	79

Chapitre 4: Étude de cas & quelques aspects d'implémentation

4.1 Introduction	80
4.2 Présentation de l'étude de cas : AGB banque.....	80
4.3 Outils techniques d'implantation de l'approche proposée	82
4.4 Application de la méthodologie proposée.....	84
4.4.1 Stratégie métier de l'AGB.....	84
4.4.2 BSC d'AGB	85
4.4.3 Transformation XML de BSC.....	88
4.4.4 Modélisation UML de protocole d'interaction.....	88
4.4.5 Spécification BPEL4WS de protocole d'interaction.....	90
4.5 Simulation de système multi agent pour la supervision métier	95
4.5.1 Création des agents sous JADE	95
4.5.2 Représentation de coopération inter agent.....	98
4.6 Agilité de l'approche proposée	101
4.6.1 Du côté BSC.....	101
4.6.2 Du côté BPEL4WS.....	102

4.6.3 Du coté UML.....	102
4.6.4 Du coté agent.....	102
4.6.5 Degré de granité de la propriété d'agilité.....	103
4.7 Evaluation et discussion	103
4.8 Conclusion	106
 Conclusion generale	
1. Bilan des contributions	107
2. Perspectives des travaux.....	108
 Bibliographie.....	
110	
Annexes.....	
119	
Glossaire.....	
127	

Liste des figures

Chapitre 1 :

Figure 1.1 Production organisée en PM [Briol 2008].....	11
Figure 1.2 Cycle d'ingénierie du PM [Bernard 2004].....	15
Figure 1.3 Trois axes du supervision [Gillot 2007].....	18
Figure 1.4 Structure originale de BSC [Kaplan 1996b].....	24
Figure 1.5 Structure de fichier BPEL [Dumas 2016].....	28
Figure 1.6 Exemple de spécification BPEL d'un PM	29
Figure 1.7 Méthode People & Process [Briol 2008].....	34
Figure 1.8 Modèles pour l'intégration d'applications d'entreprises [Benmerzoug 2009].....	35
Figure 1.9 Solutions ARIS [Aris 2010].....	38
Figure 1.10 Représentation d'ARIS PPM [Aris 2010].....	38
Figure 1.11 Architecture d'Oracle BAM [Oracle 2009].....	40

Chapitre 2 :

Figure 2.1 Position de supervision dans une entreprise.....	47
Figure 2.2 Structure en deux contributions de l'approche globale.....	78
Figure 2.3 Activités de supervision dans son environnement.....	53
Figure 2.4 Processus et Phases de la nouvelle méthodologie.....	53
Figure 2.5 Structure DTD de Dashboard de supervision.....	57
Figure 2.6 Structure XML de Dashboard de supervision.....	57

Chapitre 3 :

Figure 3.1 Architecture de système SSIM.....	65
Figure 3.2 Structure du système multi-agent de supervision.....	66
Figure 3.3 Modèle conceptuel de la base de données historique	67
Figure 3.4 Structure de l'agent de paramétrage.....	69
Figure 3.5 Structure de l'agent Coordinateur.....	70
Figure 3.6 Structure de l'agent Collecteur.....	71
Figure 3.7 Structure de l'agent Mobile.....	72

Figure 3.8 Primitives du protocole de supervision.....	75
Figure 3.9 Phases du protocole de migration.....	76
Chapitre 4 :	
Figure 4.1 Fichier XML associé au DTD du Dashboard de supervision.....	88
Figure 4.2 Protocole d'interaction des PMs	90
Figure 4.3 SpécificationBPEL4WS de PM SMS Banking et son document WSDL...	91
Figure 4.4 SpécificationBPEL4WS de PM Authentification et e-Banking.....	92
Figure 4.5 SpécificationBPEL4WS de PM e-virement	93
Figure 4.6 Scénario d'interaction globale.....	94
Figure 4.7 Interface de l'application avec une fenêtre sous JAD.....	95
Figure 4.8 Classes d'extension de l'agent et son comportement.....	97
Figure 4.9 Conteneur unique de chaque agent mobile cloné.....	98
Figure 4.10 Messages ACL en JADE.....	99
Figure 4.11 Agent introspector de LA.....	99
Figure 4.12 Communication entre les agents sous les protocoles définis.....	100
Figure 4. 13 Interface du système après la prise de mesures selon la vue financière...	101

Liste des tables

Chapitre 1 :

Table 1.1 Synthèse de travaux de supervision étudiés.....	42
--	----

Chapitre 2 :

Table 2.1 Motivations d’adopter des concepts dans la méthodologie.....	52
Table 2.2 Améliorations apportées dans la nouvelle approche.....	54
Table 2.3 Nouvelle structure de Dashboard de supervision.....	56
Table 2.4 Les activités basiques de BPEL [Eclipse 2017].....	58
Table 2.5 Les activités structurées de BPEL [Eclipse 2017].....	59
Table 2.6 Motivations d’étendre la structure de BSC.....	60

Chapitre 3 :

Table 3.1 Motivations adopter l’approche agent dans le système de supervision métier	64
---	----

Chapitre 4 :

Table 4.1 Motivations de choisir le domaine bancaire.....	81
Table 4.2 BSC d’une entreprise bancaire modernisée (AGB).....	85
Table 4.3 Une trace de la base de données historique.....	87
Table 4.4 Agilité des concepts adoptés dans l’approche proposée.....	103
Table 4.4 Complément du synthèse de travaux de supervision étudiés par l’approche proposée.....	105

Titre : « Une approche agile de développement d'un système de supervision permettant la coordination et la collaboration des processus métiers basés web ».

Résumé : Cette thèse traite une problématique qui s'articule autour de la supervision des processus métiers publics et privés afin d'analyser leur coordination et leur collaboration. Le travail fourni s'appuie sur une double contribution. La première contribution propose une méthodologie de conceptualisation de fichiers de paramétrage en XML, formée de deux processus s'exécutant en parallèle. Le premier processus propose l'exploitation de la stratégie métier d'entreprise, en offrant un effet très puissant dans la construction de la méthode Balanced ScoreCard (BSC), puis étendre sa structure par l'ajout d'une nouvelle perspective « processus public ». Pour chacune des perspectives sont définis leurs objectifs, leurs mesures, leurs cibles et leurs initiatives, afin de produire en sortie son fichier XML. Le deuxième processus propose l'élaboration des scénarios du protocole d'interaction en exploitant les standards d'UML permettant la modélisation de la coordination et de la collaboration entre l'ensemble des processus métier internes et externes. Le langage BPEL4WS est utilisé pour définir une spécification d'un protocole d'interaction sous XML. Il fournit les services autorisés qui doivent être invoqués dans les scénarios de communication des PMs. La deuxième contribution fournit une architecture et vise à réaliser un Système de Supervision de l'Interaction Métier (SSIM). Cette architecture est composée de deux niveaux: stratégie et supervision. Le premier niveau permet d'importer les fichiers XML de la méthodologie comme des paramètres. Le second niveau est constitué de trois couches d'agents, fournissant un protocole de supervision permettant l'arrangement des quatre activités d'un cycle de supervision, et un protocole de migration permettant l'arrangement de la migration des agents mobiles. Ainsi, cette solution offre le respect de la propriété d'agilité ayant la capacité de changement flexible. Le contexte applicatif est illustré pour valider l'architecture proposée par le biais d'une simulation à l'aide de JADE basée sur des informations et des processus de l'e-Banking.

Mots clés : Processus métier, Stratégie métier d'entreprise, Protocole d'interaction, BSC, BPEL4WS, Système multi-agent, Protocole de supervision, Protocole de migration, Agilité.

Title: “An Agile Approach for Developing a Supervisory System to Coordinate and Collaborate Web-Based Business Processes”

Abstract: This thesis deals with a problem that revolves around the supervision of public and private Business Process (BP) in order to analyze their coordination and collaboration. The work provided is based on a double contribution. The first contribution proposes a methodology for conceptualizing XML files parameter, consisting of two processes running in parallel. The first process proposes the exploitation of the corporate business strategy by offering a very powerful effect in the construction of the Balanced Scorecard BSC method. After then extends it original structure, by adding the "public BP" as a new perspective. For each of the five perspectives are defined their objectives, their measures, their targets and their initiatives, in order to output its XML file. The second process proposes the development of interaction protocol scenarios by exploiting the UML standards allowing the modelling of coordination and collaboration between all internal and external BP. The BPEL4WS language is used to define a specification of an interaction protocol in XML, it provides the authorized services that must be invoked in the communication scenarios of the BMs. The second contribution provides an architecture and aims to realize a Business Interaction Supervision System. This architecture is composed of two levels: strategy and supervision. The first level allows importing the XML files of the methodology as parameters. The second level consists of three layers of agents, providing a supervision protocol for the arrangement of the four activities of a supervision cycle, and a migration protocol for arranging the migration of the mobile agents. Thus, this solution offers the respect for the agility property, having the capacity for flexible change. The application context is illustrated to validate the proposed architecture through a simulation using JADE based on e-Banking processes information.

Keywords: Business Processes, Enterprise Business Strategy, interaction protocol, BSC, BPEL4WS, Multi agent system, Monitoring protocol, migration protocol, Agility.

الملخص:

منهج مرن لتطوير نظام رقابي يسمح بتنسيق وتعاون عمليات الأعمال على شبكة الإنترنت

تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نظام الرقابة على عمليات الأعمال التجارية الداخلية و الخارجية الذي يسمح بتحليل تنسيق وتعاون هذه الأعمال، و في هذا الإطار و للإجابة على إشكالية الدراسة فقد تم تقديم مساهمة مزدوجة. حيث تقترح المساهمة الأولى منهجية تصميم ملفات الإعدادات في ملفات XML، التي تتكون من عمليتين تعملان بالتوازي، إذ تقترح العملية الأولى استغلال إستراتيجية الأعمال للمؤسسة من خلال تقديم تأثير قوي جدا في بناء طريقة بطاقة العد المتوازنة (Balanced Score Card (BSC)، التي تم توسيع هيكلها بإضافة تصور جديد تحت مسمى "عملية الأعمال الخارجية" لكل تصور من التصورات (Les perspectives) الذي لديه أهدافه و قياساته و مبادراته بهدف تقديم ملف XML الخاص بكل تصور. أما العملية الثانية فتقترح وضع سيناريوهات بروتوكول التفاعل (Les scénarios du protocole d'interaction) من خلال استغلال معايير UML التي تسمح بنمذجة التنسيق والتعاون بين جميع عمليات الأعمال التجارية الداخلية و كذا الخارجية. و على هذا الأساس فقد تم استخدام لغة BPEL4WS التي تسمح بحديد مواصفات بروتوكول التفاعل على ملف XML، كما توفر الخدمات المصرح بها التي يجب الاحتجاج بها في سيناريوهات الاتصالات من طرف عمليات الأعمال (PMS).

أما المساهمة الثانية فتقدم بنية هندسية، كما تهدف إلى تحقيق نظام رقابي على الأعمال التجارية باستخدام نظام (SSIM). إذ تتكون هذه البنية من مستويين: المستوى الاستراتيجي و المستوى الرقابي، يسمح المستوى الأول باستيراد ملفات الإعدادات XML، أما المستوى الثاني الذي يتألف من ثلاث طبقات من الوكلاء فهو يوفر بروتوكول إشراف يسمح بترتيب الأنشطة الأربعة لدورة الإشراف، كما يوفر بروتوكول هجرة يسمح بترتيب هجرة الوكلاء المتنقلين، و بناء على ذلك يحقق هذا الحل خاصية المرونة و هي القدرة على تغيير النهج المقترح بسلاسة.

تأسيسا على ما سبق يمكن القول أن الهدف من تطبيق هذا النهج هو التحقق من صحة البنية المقترحة من خلال إجراء المحاكاة بمساعدة JADE استنادا على المعلومات و الإجراءات الخاصة بالعملية المصرفية الإلكترونية (e-Banking).

Introduction Générale

Introduction Générale

1. Contexte & motivations

Pour son bon fonctionnement, l'entreprise fait appel à de nombreux **PMs**¹ privés et publics en tant qu'ensemble de plusieurs activités reliées les unes aux autres pour atteindre un objectif, généralement dans un contexte organisationnel définissant des rôles et des relations. L'orchestration de toutes les ressources mises en jeu au cours de l'exécution d'un PM a pour but d'atteindre un objectif métier [**Briol 2008**].

La **GPM**² [**Weske 2012**], est considérée comme le domaine qui permet de gérer le cycle de vie des BPs d'un point de vue métier. Ce cycle de vie comprend les étapes suivantes: la modélisation ou conception de PM, la mise en œuvre des modèles de PM, l'exécution et la supervision des instances PM. Selon Hammer *et al.* [**Hammer 2015**], la GPM est une approche qui permet la gestion et la transformation des opérations organisationnelles, basées sur ce qui est sans doute la première série d'idées nouvelles sur la performance organisationnelle depuis la révolution industrielle. Par conséquent, la GPM vise à aider les entreprises à améliorer leurs efficacités grâce à une meilleure coordination entre les ressources humaines et les systèmes. Elle optimise les PMs et offre une plus grande visibilité dans le domaine des opérations métier. De même les organisations ont également constaté que la GPM permet d'aider à élever le niveau général d'orientation des PMs. Par conséquent, les entreprises qui adoptent les méthodologies et la technologie de GPM obtiennent un retour sur l'investissement rapide et font un meilleur usage de leurs systèmes existants [**Rosemann 2015**].

En outre, le PM fournit un moyen de coordination entre les interactions des travailleurs et organisations de manière structurée. Cependant, la nature dynamique de l'environnement métier moderne signifie que certains PMs devraient être externalisés, c'est-à-dire qu'ils acceptent de nouvelles PMs de l'extérieur, ou qu'ils laissent les PMs locaux se déplacer hors frontière. Le défi consiste donc à offrir une flexibilité de supervision d'un support des PMs externes et internes en même temps.

¹ Dans le reste de cette thèse, nous retenons l'acronyme PM pour Processus Métier, en anglais Business Process.

² Dans le reste de cette thèse, nous retenons l'acronyme GPM pour Gestion des Processus Métier, en anglais Business Process Management.

La fonction de supervision dans la GPM est une discipline intégrant complètement leur gestion. Durant l'exécution des instances du PM, l'infrastructure technique mise en œuvre a la possibilité de répondre automatiquement à certains événements provenant directement des instances ou de leur environnement d'exécution. Selon Briol **[Briol 2008]**, la supervision de BP est une opération d'amélioration permettant de mesurer, de vérifier et d'analyser les différences observées entre les valeurs attendues et les valeurs mesurées. Toute déviation est sanctionnée par la conduite d'actions correctives sur un PM. La supervision de PM nécessite donc une infrastructure technique permettant de réagir automatiquement à certains événements déclenchés directement par les instances ou son environnement d'exécution. De plus, Norton & Kaplan **[Norton 2014]** suggèrent que la supervision permet une interaction avec tous les acteurs clés d'une entreprise à travers les décisions prises: redéfinition d'un PM ou d'une partie d'activité, interruption de l'exécution d'un PM ou amélioration les buts et les objectifs stratégiques. Par conséquent, Hammer *et al.* **[Hammer 2015]** estime que les entreprises ont besoin de GPM pour surveiller les performances du PM, reconnaître et pour corriger de tels problèmes de performance. Il insiste sur les possibilités de modifier un PM de conception pour le rendre encore plus performant. Le défi est alors lié à la définition des outils les plus appropriés pour superviser, mesurer et gérer à la fois les performances des PMs internes et externes au sein de l'entreprise.

Par ailleurs, l'agilité est certainement l'un des facteurs de qualité les plus utilisés aujourd'hui dans le domaine de l'informatique. Les entreprises sont particulièrement sensibles à cette propriété. Elle évoque l'idée de vitesse, de talent, de souplesse, de flexibilité et de capacité à sortir d'une situation instable ou d'un danger pour atteindre une position plus sûre ou durable. Selon Qumer *et al.* **[Qumer 2007]**, l'agilité est la capacité sensible d'une organisation qui présente une souplesse pour répondre à des changements rapidement attendus ou inattendus, en suivant les délais les plus courts, en utilisant des instruments économiques, simples et de qualité dans un environnement dynamique et en appliquant des connaissances et des expériences antérieures mises à jour pour apprendre de l'environnement interne et externe.

2. Problématique

Le problème principal qui se pose est qu'un PM ne peut jamais être parfaitement adapté à toutes les situations. Un PM doit être en constante évolution afin de permettre aux entreprises de répondre aux exigences du marché et à sa stratégie métier. Ceci est essentiellement dû au fait que les entreprises, suite à une supervision, ne sont pas en mesure de réagir aux modifications de dernière minute, que si l'action possible est intégrée aux PMs. Les PMs doivent donc être plus agiles pour permettre aux entreprises de faire face à toutes les situations, en étant non seulement réactives, mais proactives. En effet, la nature actuelle de ces PMs est devenue complexe, dynamique et oblige ces PMs à être capable d'anticiper afin de pouvoir s'adapter aux nouvelles exigences dès qu'elles se présentent. Le but de notre travail est donc développer une approche agile d'un système de supervision, permettant la coordination et la collaboration des PMs. La réalisation d'une telle approche nécessite la résolution de plusieurs problèmes :

Comment développer un système de supervision pour l'interaction d'un ensemble de PM internes et externes de manière agile ?

C'est la question globale dont la réponse est liée à la solution des sous questions suivantes:

Comment intégrer la stratégie métier de l'entreprise pour être une référence de base ?

La méthodologie proposée dans la première contribution propose d'intégrer la stratégie métier dans la construction d'une nouvelle version étendue du **BSC**³, ou tableau de bord équilibré.

Comment modéliser les scénarios de coordination et de collaboration des PMs internes et externes?

La méthodologie proposée dans la première contribution permet aussi la modélisation UML et la spécification **BPEL4WS**⁴ de coordination et de collaboration des PMs sous forme d'un protocole d'interaction.

Quel type de système supporte les activités de supervision dont-on a définies?

L'architecture proposée dans la deuxième contribution est consacrée pour répondre à cette question. Elle propose un système multi-agents (SMA) pour la supervision métier.

Est-ce que la solution proposée garantit-elle la propriété d'agilité?

³ Plus connue sous le nom en anglais BSC pour Balanced Score Card.

⁴ Plus connue sous le nom en anglais BPEL4WS pour Business Process Execution Language for Web Service.

La cohérence globale de ces paradigmes doit répondre exactement à cette question, en prenant en considération aussi le degré d'agilité de chacun d'eux séparément.

3. Objectifs et contribution de la thèse

Notre travail se situe au carrefour de plusieurs axes de recherche du Génie Logiciel. En effet, ce travail de recherche concerne la proposition de façon agile une nouvelle approche de construction d'un Système de Supervision d'Interaction Métier, baptisée **SSIM**⁵, basée sur deux contributions: une méthodologie et une architecture.

Nous avons commencé notre première contribution par la proposition d'une méthodologie de conceptualisation de deux fichiers de paramétrage en XML, sous forme de deux processus parallèles :

Le premier processus est constitué des trois étapes consécutives : la première étape sert à identifier la stratégie métier de l'entreprise, aussi la construction de la nouvelle structure étendue de BSC, appelée Dashboard. La deuxième étape permet l'élaboration de ce Dashboard par le remplissage de toutes les données nécessaires, en respectant son nouvelle structure. La troisième étape consiste à transformer le Dashboard déjà élaboré vers un fichier XML qui lui est associé, et qui sera exploité par la suite comme un premier fichier de paramétrage.

Le deuxième processus est constitué aussi de trois étapes consécutives : la première étape modélise les interactions de l'ensemble de PMs à superviser internes et externes à l'aide de diagramme de séquence UML. La deuxième étape spécifie le comportement coopératif de PMs par le langage BPEL4WS pour fournir par la suite un protocole d'interaction globale, ce langage définit et gère les activités d'un PM, puisque il permet de décrire les interactions autorisées entre les **SW**⁶ sur lesquelles s'appuie ce PM. La troisième étape extraire le fichier XML de ce protocole par sont description WSDL, lequel sera exploité comme un deuxième fichier de paramétrage.

Notre deuxième contribution porte sur la proposition d'une architecture qui vise à réaliser un système multi agent (SMA). Cette contribution est composée de deux niveaux: le niveau de stratégie et celui de supervision : Le premier niveau permet l'importation des deux fichiers XML de la première contribution de la méthodologie comme des fichiers de paramétrage. Nous avons également présenté dans le deuxième niveau une structure multi-

⁵ Dans le reste de cette thèse, nous retenons l'acronyme SSIM pour Système de Supervision d'Interaction Métier.

⁶Dans le reste de cette thèse, nous retenons l'acronyme SW pour Services Web.

couches qui permet de relever la coordination, il est constitué de trois couches: i) couche de paramétrage et d'interface, ii) couche de supervision et iii) couche de collecte d'informations. A l'intérieur de cette structure se trouve, premièrement, quatre agents de type cognitifs : Agent de Paramétrage (AP), Agent Coordinateur (AC), Agent Collecteur (AL) et Agent Mobile (AM). Deuxièmement, deux types de protocole qui fournissent un ensemble de primitives de communication : a) ***Un protocole de supervision*** qui manipule la séquence des messages échangés entre les délégués agents en respectant les activités de supervision. b) ***Un protocole de migration*** qui manipule les étapes d'arrangement des agents mobiles. L'adoption des SMAs pour construire notre solution de modélisation opérationnelle, nous a paru comme une coopération adaptative et flexible, en particulier pour l'interopérabilité des systèmes distribués dans un environnement en évolution dynamique.

Plusieurs travaux de recherche importants sur la pertinence de la supervision des PMs ont été réalisés auparavant. L'amélioration et l'application des techniques utilisées tels que la stratégie métier, le BSC, le BPEL4WS et le paradigme d'agent, prouvent que dans la discipline de GPM, l'utilisation de ces paradigmes dans un système unique peuvent constituer une contribution originale.

Une autre forme d'originalité de cette approche est qu'elle fournit une agilité pendant son processus de développement, ce qui facilite les changements. En outre, cela ajoute une valeur à cette solution. En fait, seules les entreprises agiles, qui peuvent reconcevoir ou reconfigurer leurs opérations et leurs PM de manière flexible dans une analyse, peuvent survivre dans l'écosystème social et économique en pleine évolution, en testant actuellement les mesures prises. La solution de l'agilité se situe dans la flexibilité de manipuler les perspectives, les cibles et les mesures de l'objectif BSC pour chaque dimension des BSC, qui porte une manipulation facile et une modification indépendante. L'agilité émerge également dans une modélisation graphique facile des PMs en utilisant des diagrammes d'interaction, qui sont flexibles à manipuler et faciles à affiner. La qualité d'agilité existe à nouveau dans l'abstraction BPEL4WS, lorsque l'interface est la seule partie visible de ces composants.

Par ailleurs, l'agilité se trouve également dans le paradigme d'agent qui fournit les moyens de coopération et d'interopérabilité dynamiques adaptables, robustes, flexibles et efficaces entre les systèmes dynamiques distribués. En outre, la technologie de SMA est un paradigme de conception clé pour les environnements hétérogènes, distribués et ouverts, où chaque agent est indépendant dans la structure et la plate-forme par rapport aux autres agents, ce qui introduit une grande agilité. Les agents de notre système de supervision interagissent et

se coordonnent les uns avec les autres pour accomplir les activités de supervision. Par conséquent, une nouvelle solution agile a été présentée lorsqu'il est facile d'affiner un concept sans impliquer les autres.

Afin de constater l'exportation de notre analyse et notre étude, nous avons choisi de les valider par une étude de cas la plus convenable sur AGB (Algeria Gulf Bank), qui concerne les systèmes d'informations bancaires modernisés. Les caractéristiques de cette étude de cas nous paraissent plus adéquates pour les aspects de notre approche. De plus, actuellement, les institutions bancaires devaient mettre en place un système de supervision capable de produire des informations pour les analyser. Le choix du domaine bancaire est motivé par les raisons suivantes : Il vise une stratégie comme un ensemble des objectifs financiers et non financiers reliant des mesures et des métriques. Il manipule des calculs statistiques très fréquents (journalières, hebdomadaires, etc). Il édite différents types de rapport sur la situation de la banque à tout moment. Il nécessite une supervision métier sévère sur des seuils bien définis. Il fournit des services modernes externes : e-Banking, DBA (Distributeur de Billet Automatique), TPE (Terminal de Paiement Electronique), e-paiement.

4. Organisation de la thèse

Le chapitre I est consacré à la description de l'état de l'art de la GPM et les concepts adoptés dans la modélisation des PMs. Dans un premier temps, nous présentons les principes fondamentaux des PMs, nous abordons également la définition de stratégie métier, pour présenter la notion de GPM, nous expliquons en particulier les types de supervision en générale, et discuter leurs activités. Par la suite nous proposons une étude succincte des concepts utilisés dans notre solution de supervision. Nous avons étudié également l'agilité comme une propriété à vérifier. Finalement, nous récapitulons une synthèse de différents travaux de recherche pour la supervision des PMs, par l'utilisation des concepts adoptés dans notre solution.

Le chapitre II présente notre première partie de contribution. Il s'agit d'une méthodologie permettant le paramétrage d'un système de supervision. Premièrement, la coordination et la collaboration des PMs qui ont été présentées par le protocole d'interaction, sous forme d'un fichier XML extrait d'une spécification BPEL4WS. Deuxièmement, la stratégie métier de l'entreprise qui a été représentée aussi par un fichier XML qui reflète notre version étendue de BSC.

Dans le chapitre III nous présentons notre deuxième partie de contribution. Il s'agit de la définition d'une architecture basée agent pour réaliser le système SSIM. Nous présentons la structure interne des différents agents impliqués, ainsi que leurs rôles et leurs comportements dans le processus de supervision. Nous décrivons par la suite l'enchaînement des primitives de deux types de protocoles: de supervision et de migration. Nous terminons le chapitre par une discussion.

Enfin, le chapitre IV de ce manuscrit présente une étude de cas qui s'est portée sur le domaine bancaire (AGB), pour appliquer les deux contributions. Cette étude de cas est conclue par une simulation faite dans l'environnement JADE (JAVA Agent DEvelopment Framework). Dans la dernière partie nous argumentons la garantie de notre solution avec la propriété d'agilité.

Ce mémoire se termine par une conclusion générale qui récolte le travail proposé, et fournit quelques perspectives d'améliorations.

Chapitre 1:

*État de l'art :
Outils conceptuels et
technologiques adoptés pour la
supervision des PMS*

1.1 Introduction

Aujourd'hui, la GPM se révèle comme une nouvelle étape dans l'évolution de l'organisation de l'entreprise, puisque l'entreprise actuelle est devenue comme un système constitué d'un ensemble d'éléments internes et externes coordonnés cherchant à atteindre un résultat déterminé. Sa réussite a suscité beaucoup d'intérêt et dépend de l'équilibre entre ses divers éléments: le marché, les stratégies métier, les objectifs à réalisés, les employés, la direction, le financement, la maîtrise des coûts, les clients, les fournisseurs, les délais et les contraintes, etc. Les PMs équilibrent les liens entre ces divers éléments. La supervision est alors un nouveau point de vue pour réaliser directement sur ces liens en améliorant les objectifs, les interactions, les échanges d'information et les flux de matière.

Ce chapitre a pour objectif de préciser le positionnement scientifique de notre travail. Il est constitué de six parties : La première partie présente les PMs et la stratégie métier. Dans un premier temps, nous présentons les principes fondamentaux des PMs, nous abordons également la définition de stratégie métier à la fin de cette première partie de ce chapitre, puisque elle sera utilisée profondément pour la construction de notre nouveau BSC dans la méthodologie proposée comme première contribution. Quant à la deuxième partie elle discute la notion de GPM, et propose le cycle d'ingénierie du PMs comme un cycle de trois phases, dont le cycle de supervision a été choisi pour l'approche proposée. La troisième partie explique les types de supervision en général, et discute les activités de cycle de supervision métier en particulier. La quatrième partie propose une étude succincte des concepts utilisés pour notre solution de supervision à savoir le BSC, comme la principale méthode qui a été étendue, et qui présente le fondement de la structure de notre système de supervision. BPEL4WS, est un langage permettant de modéliser un protocole d'interaction de l'ensemble des PMs publics et privés à superviser par une vision graphique et de le fournir son fichier XML. Ainsi, le paradigme agent permettant de réaliser une meilleure coordination et collaboration des PMs, en utilisant un protocole supervision, et un autre protocole de migration pour la prise de mesures éloignées. En ce qui concerne la cinquième partie, elle est dédiée à étudier l'agilité comme la propriété la plus importante qui doit être vérifiée dans sa totalité dans notre approche et aussi dans chaque concepts indépendamment.

Enfin, la dernière partie, par l'utilisation des concepts adoptés dans notre solution récapitule une synthèse de différents travaux de recherche pour la supervision des PMs, décomposés en deux grandes catégories : des architectures ou des méthodologies.

1.2 Processus métiers et stratégie métier

Il nous semble que les technologies de l'information ont beaucoup avancé dans la gestion des données métiers, mais qu'elles n'ont pas progressées autant en ce qui concerne la gestion des PMs. Il y a là un grand réservoir de potentiel, pour conférer aux SI Systèmes d'Information la transparence et l'agilité attendues par des directions opérationnelles chargées d'exercer le métier de l'entreprise [Bernard 2004]. Dans cette première partie, nous expliquons la vie de l'ingénierie des PMs et nous montrons les trois grandes étapes de leur cycle de vie, finalement, nous concentrons sur le cycle de supervision, puisque elle permet de : surveiller, rapporter et alerter les fonctionnements normaux et anormaux des systèmes informatiques, ce qui nous permettra de positionner notre travail.

1.2.1 Principes fondamentaux des PMs

Selon [Briol 2008], les PMs sont fondés sur deux éléments corrélés: les processus et les métiers. La description de ces deux termes apparaît comme essentielle avant d'entreprendre une démarche orientée processus, d'autant que leurs sens diffèrent selon les normes et les standards employés. En effet, plusieurs définitions existent réellement dans la littérature sur le terme PM, nous retenons celles les plus communes :

Weske [Weske 2007] définit un PM comme un ensemble d'activités, qui s'exécutent en coordination dans un environnement technique pour réaliser un but métier d'une organisation. C'est le déroulement d'activités logiquement reliées, provoquées par un événement initiateur [Rene 2007]. D'après [Bernard 04], un PM est une instance de programme logiciel en exécution sur un ordinateur. Elle fait référence aux processus qu'une organisation publique ou privée met en œuvre pour la conduite de ses affaires. Il s'agit alors des processus de la chaîne de valeur de l'entreprise, qui la traversent de part en part, et qui sont liés à l'exercice de son métier. Dans [Tanguy 2003], un PM est une chorégraphie d'activités incluant une interaction entre participants sous la forme d'échange d'informations. Les participants peuvent être des applications/services du SI, des acteurs humains ou d'autres PMs. Selon Berthier [Berthier 2006], un PM est une séquence logique et chronologique d'une ou plusieurs tâches produisant conjointement un résultat mesurable à valeur ajoutée. D'après Daniel [Daniel 2008], un PM est un type d'activité

complexe qui définit son propre contexte d'exécution. Les PMs sont souvent définis en tant qu'unités réutilisables de travail. Un PM fait appel à différentes activités, et une même activité peut intervenir dans différents PMs. Chaque PM est déployé par une seule entreprise, mais interagit avec les autres PMs qui s'exécutent sur une autre entreprise partenaire [Vander 2003]. En effet, ce terme est souvent utilisé pour désigner des notions différentes: les PMs privés ou internes, les PMs externes ou publics, coordination et collaboration des PMs.

- a. **PM intra-entreprise (Privés)** : Selon [Muehlen 04], ces PMs sont déclenchés à l'intérieur d'une même entreprise, qui a un contrôle complet à travers les ressources allouées dans ces PMs et l'implémentation des activités individuelles. La majorité des PMs sont des PMs intra-entreprise. Ils sont conçus pour satisfaire des besoins locaux, fournissent des services de gestion interne comme la paie du personnel ou le processus d'embauche.
- b. **PM inter-entreprises (Publics)** : Dans [Bussler 2002], les PMs entre les entreprises sont des processus entrants ou sortants ; ils sont déclenchés de l'extérieur ou se terminent en dehors des frontières d'une entreprise. Dans ce domaine deux abréviations sont utilisées sur les processus qui traversent les frontières de leurs entreprises: **B2B** (Business to Business): des PMs entre les entreprises, **B2C** (Business-to-Consumer) : des PMs entre les entreprises et les clients. Nous utilisons aussi les termes **B2G** (Business to Government): des PMs entre les entreprises et les agences gouvernementales, **C2C** (Consumer to Consumer): les PMs entre les clients (vente aux enchères online) [Michael 2004]. Les PMs inter entreprises peuvent se trouver aussi quand une ou plusieurs activités d'un PM sont exécutées à l'extérieur du cercle de contrôle de l'entreprise, alors qu'une partie d'un processus est externalisée. Selon [Dieter 2002], ce type de PM est composé de deux parties: une interface et n implémentations. L'interface définit la partie visible du processus, c'est-à-dire le contrat entre les partenaires: définition des documents métiers échangés, du séquence des activités, des rôles et responsabilités de chaque partenaire. L'exécution spécifique de chaque partenaire est abstraite grâce à cette interface. Nous parlons de PM public lorsqu'une application ou un client requiert des fonctionnalités, et qu'aucun PM privé n'est seul apte à les fournir. Dans ce cas, il devrait être possible de combiner des PMs existants afin de répondre aux besoins de cette application ou de ce client.

c. Coordination et collaboration de PM : La coordination des PMs définit un ensemble des processus métiers autonomes, géographiquement dispersés et voulant coopérer pour réaliser un but commun. Selon Webster [Webster 2003], la coordination peut être perçue comme un processus qui se base sur la prise en charge commune des actions ou d'une condition ou encore sur le fait d'agir dans une voie de concertation. Les fondements de ce mécanisme sont, d'une part des rapports formels, et d'autre part, une compréhension des missions compatibles. Ainsi, la planification, la division des rôles et les canaux de communication sont bien définis. L'allocation des ressources est mutuellement reconnue, et les risques et les bénéfices sont partagés ou compensés. Cependant, la prise de décision pour le mécanisme de coordination, peut être soit décentralisée (la décision est partagée entre tous les acteurs de la chaîne logistique), soit centralisée en se reposant sur une seule organisation. D'un autre côté, la transformation du produit se fait individuellement par les organisations mais en restant dans un cadre de mutualité. De manière analogue à la coordination, la *collaboration* comme mécanisme de concertation est définie comme étant une relation bien définie avec des bénéfices mutuels entre deux ou plusieurs organisations pour réaliser des objectifs communs [Mattessich 2001]. Néanmoins, elle se distingue par sa structure collaborative qui détermine (i) la prise de décision collective et décentralisée dans la structure, (ii) les ressources mises en commun ou conjointement sécurisées et (iii) la prise en charge partagée du produit [Wong 2004]. Par exemple, un ensemble de processus de fabrication de pièces différentes converge vers les processus d'assemblage de l'ensemble comme illustre la figure 1.1 [Briol 2008] :

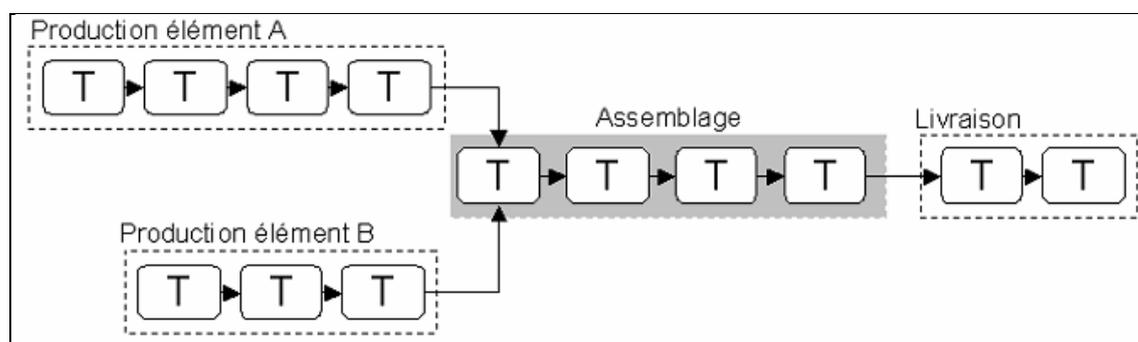


Figure 1.1. Production organisée en PM [Briol 2008].

1.2.2 Stratégie métier

Selon l'encyclopédie Wikipédia [Wkipédia 2017], la stratégie d'entreprise désigne l'ensemble des choix d'allocation, de ressources qui définissent le périmètre d'activité d'une organisation en vue de réaliser ces objectifs. Les axes de stratégies classiques cherchent à assurer sa rentabilité, son développement, sa pérennité et le bien être qu'elle apporte aux salariés. Elle correspond aux axes de développement choisis pour l'entreprise et se concrétise à travers un système d'objectifs et un modèle économique ou une chaîne de valeur piloté par un processus décisionnel complexe : la décision stratégique. La stratégie d'entreprise est aussi appelée politique générale d'entreprise ou management stratégique.

Plusieurs définitions de la stratégie d'entreprise existent dans la littérature, nous citons :

D'après Chandler [Chandler 1962], la stratégie consiste à déterminer les objectifs et les buts fondamentaux à long terme d'une organisation, puis à choisir les modes d'action et d'allocation de ressources qui lui permettront d'atteindre ces buts et ces objectifs. Dans Marchesnay [Marchesnay 1993], la stratégie est l'ensemble constitué par les réflexions, les décisions et les actions ayant pour objet de déterminer les buts généraux, puis les objectifs, de fixer le choix des moyens pour réaliser ces buts, de mettre en œuvre les actions et les activités en conséquence, de contrôler les performances attachées à cette exécution et à la réalisation des buts. Ainsi, selon Le Roy [Le Roy 2012], la stratégie est la fixation d'objectifs en fonction de la configuration de l'environnement et des ressources disponibles dans l'organisation, puis l'allocation de ces ressources afin d'obtenir un avantage concurrentiel durable et défendable. Aussi, Johnson et al. [Johnson 2014] considèrent la stratégie comme la direction à long terme d'une organisation.

Briol [Briol 2008] souligne que la stratégie se décline en objectifs, indicateurs, cibles et initiatives sur plusieurs perspectives. Croteau *et al.* [Croteau 2001] définissent la stratégie comme la sortie d'une décision prise par les dirigeants pour guider l'entreprise et aussi pour l'aligner vers des environnements soient internes et/ou externes.

1.3 Gestion des PMs (GPM)

Vu l'importance de la stratégie métier d'une entreprise dans la gestion des PMs, la solution proposée se concentre sur la supervision. Cette dernière considère la stratégie comme un important outil pour analyser les activités en cours et pour la prise de décision. La stratégie est une source pour alimenter le tableau de bord de cette entreprise. Elle est

aussi utilisée pour: définir les actions en plein de coordination, guider à l'accomplissement de l'ensemble d'activités dans un long terme. Dans cette section, nous allons présenter quelques notions générales de GPM.

1.3.1 Principe et fonctionnement

Selon [Briol 2008], la GPM est une approche contemporaine, globale et systématique de la conception de l'organisation fondée sur la perspective des processus transversaux aux fonctions de l'entreprise. Son objectif est simple: rendre l'entreprise efficace, flexible et compétitive tout en produisant des biens et des services de qualité à un moindre coût.

Hammer [Hammer 2015] définit la GPM comme une approche permettant la transformation des opérations de l'entreprise. Elle est basée sur ce qui est sans doute le premier ensemble de nouvelles idées sur les performances organisationnelles depuis la révolution industrielle. A cet effet, Rosemann [Rosemann 2015] a suggéré que les entreprises ont également constatées qu'une structure de support GPM centralisée peut aider à relever le niveau général d'orientation des PMs. Ces supports d'organisations utilisent généralement des évaluations multidimensionnelles de la maturité du GPM pour guider le cheminement de l'organisation vers une approche plus orientée sur les PMs, bien que leurs portefeuilles de services d'offres puissent varier considérablement. En outre, Weske [Weske 2012] considère la GPM comme la discipline pour gérer le cycle de vie de PMs selon les perspectives de l'entreprises. Par conséquent, la GPM vise à aider les entreprises à améliorer leur efficacité grâce à une meilleure coordination entre les parties prenantes et leurs SIs. Aussi, elle optimise les PMs et offre une plus grande visibilité dans le domaine des opérations métiers. Ainsi, les entreprises qui adoptent les méthodologies et la technologie GPM d'obtiennent un retour sur investissement rapide et utilisent mieux leurs SIs existants.

Cependant, Rosemann [Rosemann 2015] montre que le domaine de GPM a besoin d'un ensemble de principes directeurs concernant ce qui permet un bon GPM pour principalement fournir des conseils pour la pratique, puisque de nombreuses organisations ont encore du mal à adopter la GPM. L'objectif de GPM n'est pas de modéliser les PMs, de les implémenter ou de définir des indicateurs de performance, mais de guider les métiers en favorisant l'efficacité et le rendement de ces PMs. Pour cela, il est important de comprendre comment la GPM peut contribuer à la valeur de l'entreprise dans une situation

commerciale spécifique, comment étendre et dimensionner la GPM en conséquence, et quelles mesures liées aux PMs doivent prendre pour obtenir des avantages.

1.3.2 Cycle d'ingénierie des PMs

Les PMs évoluant en permanence en fonction des objectifs de l'organisation ou des changements de son environnement. Nous partons du schéma ci-dessus (Figure 1.2) qui représente le cycle d'ingénierie de processus, il indique un cycle de vie composé de deux équipes: la Maîtrise d'Ouvrage (**MOA**) : c'est l'équipe fonctionnelle, elle représente des experts métiers auprès de la direction informatique, et la Maîtrise d'Œuvre (**MOE**) : c'est l'équipe technique de développement en charge de la réalisation du projet, intervient à chaque phase de cycle. Nous distinguons trois phases principales dans l'ingénierie des PMs [Bernard 2004]:

- a. **Analyse des PMs (Business Process Analysis : BPA):** Durant cette première phase, la maîtrise d'ouvrage prend connaissance des PMs et devient capable de les améliorer.
- b. **Intégration des PMs (Business Process Integration : BPI):** Dans la seconde phase, la maîtrise d'œuvre établit la correspondance entre la vue métier des processus, issue de la première phase, et leur déclinaison opérationnelle dans le SI de l'entreprise. Elle peut être amenée par *l'informatiser* les PMs modélisés en amont par la maîtrise d'ouvrage en *développant* les applications métiers qui les implémentent, dans le contexte de l'organisation et de son SI.
- c. **Supervision des activités métier (Business Activity Monitoring : BAM):** La troisième phase vise à ce que la maîtrise d'ouvrage puisse superviser l'exécution opérationnelle de ses PMs, et soit capable d'en mesurer et d'en analyser la performance, nous notons que nous avons adopté ce cycle pour définir notre approche de supervision.

Chacune de ces phases à une pertinence en soi, indépendamment des autres phases. Chaque phase suit en quelque sorte son propre cycle de vie, et représente un « processus » itératif en lui-même. Les cycles successifs d'élaboration, de mise en œuvre et de supervision des PMs apportent à l'organisation un moyen d'intégration des changements structurels et environnementaux. La gestion des PMs réduit la distance qui sépare la fonction stratégique de la fonction opérationnelle en alignant les opérations à la stratégie. La gestion des PMs participe à l'amélioration de l'organisation sur les quatre critères

fondamentaux de la performance : les coûts, la qualité, les délais de production et la flexibilité.

Concernant notre contribution, nous notons que nous avons adopté le troisième cycle ainsi leurs activités concernant la supervision des PMs. Le but est de proposer une solution agile pour gérer l'interaction, la coordination et la collaboration des PMs internes et externes.

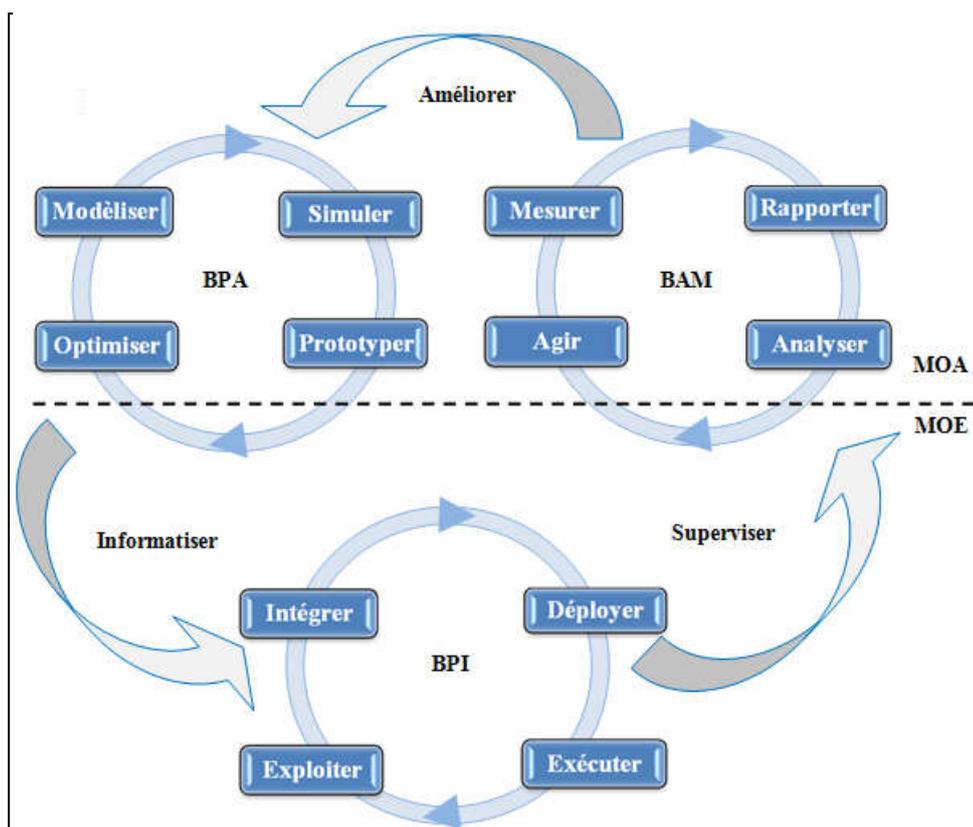


Figure1.2. Cycle d'ingénierie du PM [Bernard 2004].

1.3.3 Synthèse

Les PMs fournissent un moyen de coordonner les interactions entre les travailleurs et les organisations de manière structurée. Cependant, la nature dynamique de l'environnement commercial moderne signifie que certains PMs devraient être externalisés, c'est-à-dire accepter un nouveau PM de l'extérieur ou laisser le PM local se déplacer hors limites. Ainsi, le défi est de garantir la qualité d'*agilité* et d'offrir en même temps un support du PM externe que du PM interne.

Cependant, la GPM actuelle souffre d'une certaine limitation d'optimisation en raison du manque de bonnes méthodes de surveillance, car le contrôle des PMs internes et externes implique à la fois la réalisation de la *stratégie* métier de l'entreprise et de ses

objectifs globaux. Dans ce cas, le problème important est lié aux concepts doivent être utilisés pour fournir en temps réel des systèmes qui ont accès à des indicateurs critiques de PM pour améliorer les performances et l'efficacité. Principalement, le problème est dû au fait que les entreprises ne sont pas en mesure de répondre aux changements de dernière minute si une action possible est intégrée au PM. Ce dernier devrait être plus *agile* pour conduire les entreprises à faire face à toutes les situations, être non seulement réactif mais aussi proactif. Il est essentiel que les processus statiques (identifiables, prévisibles) deviennent complexes, dynamiques et capables de progresser afin de s'adapter aux nouvelles exigences au fur et à mesure de leur apparition. Pour faire face à ces problèmes, la phase de supervision a été la solution la plus adéquate qui sera abordée dans ce manuscrite.

1.4 Concepts de supervision des PMs

Selon [Pelletier 2008], le concept de supervision des PMs a été défini, comme la capacité de fournir un accès temps réel à des indicateurs de performance métier pour améliorer l'efficacité et les temps de réponse des opérations métier. Dans cette troisième partie, nous détaillons la supervision des PMs puisque elle représente l'objectif prédominant de notre thèse.

1.4.1 Principe et définitions

Dans [Bernard 2004], la troisième phase du cycle de vie des GPM correspond à la supervision, pour l'évaluation de leur performance en comparant les mesures relevées aux données initialement prévues durant l'étape de conception. Les écarts relevés mènent initialise un nouveau cycle de vie en exécutant les actions réduisant ces écarts en se conformant également aux changements métiers observés. Alors que Hammer [Hammer 2015] croit que les entreprises ont besoin par la GPM pour superviser les performances du PM, reconnaître et corriger de tels problèmes de performance. Aussi, rester en alerte aux opportunités de modifier la conception des PMs pour les rendre plus performant. De plus, Norton & Kaplan [Norton2014] suggèrent que la supervision permet une interaction avec tous les acteurs clés d'une entreprise grâce aux décisions prises: redéfinition d'un PM ou d'une partie d'activité, interruption de l'exécution d'un PM ou amélioration des buts et les des objectifs stratégiques. Aussi, Briol [Briol 2008] définit que la supervision des PMs comme une opération d'amélioration permettant de mesurer et d'analyser les différences observées entre les valeurs attendues et celles mesurées. Tout écart est sanctionné par la réalisation d'actions correctives sur ces PMs. Selon [Pelletier 2008], la supervision est la

surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité. Elle permet de surveiller, rapporter et alerter les fonctionnements normaux et anormaux des systèmes informatiques.

Par conséquent, le contrôle et la supervision des PMs est une activité de gestion de l'exécution des PMs dans leurs environnements de production. Les mesures récoltées provoquent une gestion autant réactive que proactive. La supervision des PMs apporte une large contribution à la prise de décision de correction de problèmes potentiels suite à l'analyse de tendances des différentes instances de PMs exécutés. En général, le Système de Gestion des Processus Métiers SGPM (BPMS : Business Process Management System) est capable de produire une supervision en temps réel de l'exécution des instances des PMs. Suivant la nature de ces PMs, cette supervision se déroule éventuellement sur une longue période en accumulant les informations présentées sous forme de *tableaux de bord* [Briol 2008].

Nous soulignons que, la GPM fournit des moyens de coordination des interactions entre les travailleurs et les entreprises de manière structurée. Mais, la nature dynamique de l'environnement commercial moderne signifie que certaines PMs doivent être externalisés pour une meilleure gestion et plus de performance. Dans notre approche, le défi est lié à la définition des concepts de façon agile utilisés dans une entreprise pour surveiller, mesurer et gérer les performances des PMs internes et externes.

1.4.2 Types de supervision

En général, d'après [Gillot2007], on peut distinguer deux types de supervision: la supervision du déroulement des PMs, qui elle-même englobe la supervision technique et la supervision fonctionnelle, et la supervision de la performance ou encore la supervision métier de PM (voir Figure 1.3):

- a. **Supervision technique :** Elle permet d'identifier là ou les causes techniques de dysfonctionnement de processus. On peut avoir par exemple un serveur qui est tombé en panne, des données qui ne sont plus accessibles, une application qui pose des problèmes divers, un problème de réseau, etc. Cette supervision s'adresse plus particulièrement aux exploitants de la solution et doit leur apporter tous les éléments nécessaires leur permettant d'analyser la nature de problème, et de réaliser les actions correctives correspondantes. Dans le contexte de l'outil de GPM, un workflow peut être mis en place pour permettre la journalisation des problèmes et d'événements.

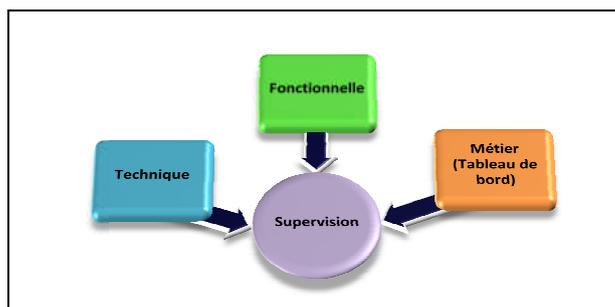


Figure 1.3. Trois axes du supervision [Gillot 2007].

b. Supervision fonctionnelle : Elle permet d'identifier les erreurs fonctionnelles survenues lors de l'exécution des processus. Par expérience, on récupère des erreurs de toutes provenances et l'exercice consiste en une séparation des erreurs fonctionnelles et des erreurs techniques, et de ne montrer aux superviseurs de processus que les erreurs qu'ils doivent gérer, en l'occurrence les erreurs fonctionnelles, ce sont ces superviseurs qui relancent les processus restés en erreur, voir d'interrompre un processus à la demande d'un client. Par processus, on entend alors une instance d'un processus, des milliers d'instances peuvent s'exécuter en parallèle. Pour finir, le superviseur aura besoin d'avoir des mécanismes qui vont lui permettre de rechercher si une instance particulière est bien présentée et si elle est en erreur que l'on puisse en identifier la nature. On doit permettre de rechercher les erreurs en se basant sur des critères comme le nom du client, l'heure de déclenchement, l'heure d'erreurs, et bien d'autre encore.

c. Supervision métier (Performance) : C'est le second niveau de supervision qui met en œuvre des *tableaux de bord*. Les PMs ont tous des indicateurs qui permettent de connaître leur niveau de performance. Ces tableaux de bord montre les indicateurs permettant à un responsable fonctionnel ou à un expert métier de connaître tout problème de performance des PMs dont il a la responsabilité, mais également de visualiser l'efficacité des activités et tâches du processus. Ce niveau doit pouvoir aller jusqu'à la supervision opérationnelle des processus, et des indicateurs clés associés. Le concept de supervision des PMs regroupe deux techniques distinctes :

- L'exploitation des PMs est fondée sur une approche de récolte des informations directement extraites des traces d'événements ou « log », laissée avec l'exécution des différentes applications sous-jacentes aux PMs.
- La supervision des activités métiers (BAM) est un outil mis à la disposition aux GPMS d'extraction en temps réel de mesures réalisées sur des points spécifiques des PMs.

Ces deux approches conduisent au même résultat: l'élaboration des tableaux de bord et des graphiques facilitant la prise de décision.

1.4.3 Supervision des activités métiers (BAM)

La société Gartner [Gartner 2017] a introduit en 2001 le terme de Business Activity Monitoring (BAM) ou la supervision des activités métiers, comme une technique fondée sur l'utilisation des solutions informatiques proposant aux gestionnaires de production une vue synthétique en temps réel de l'exécution d'une ou plusieurs instances de PM. Le BAM se référant à la consolidation, l'analyse et la présentation en temps réel des informations relatives aux activités des organisations en y impliquant ses clients et ses partenaires. Les vues synthétiques présentées dans le BAM sont généralement complétées avec des indicateurs de performances préalablement définis et amenant à l'identification des problèmes potentiels suivant leur tendance. Ce périmètre fonctionnel fait partie de la plupart des offres BAM disponibles sur le marché. Le BAM est capable de restituer trois types d'indicateurs :

- * *Les indicateurs quantitatifs* ayant des valeurs directement extraites des bases de données ou des applications sous-jacentes des PMs.
- * *Les indicateurs de transition* relevant la qualité des changements d'étapes entre les activités des PMs.
- * *Les indicateurs d'état* précisant le statut courant des PMs.

Les BAM complètent la gestion des indicateurs en s'équipant d'un système d'alerte et de messagerie. Dans certains cas, le BAM dispose également de la capacité d'exécuter des actions préventives et de résolution de problèmes lorsqu'ils surviennent. Ils ont éventuellement la possibilité de redéfinir la priorité d'exécution des instances de processus ou de les réinitialiser.

Un BAM se caractérise selon les propriétés suivantes :

- Une solution BAM n'est jamais complètement fermée à une adaptation aux besoins des gestionnaires de PM. En général, elle comporte une base fonctionnelle répondant aux problèmes courants complétés d'une extension adaptable selon les besoins spécifiques des gestionnaires de processus.
- Un système d'écoute active des PMs. Il est sensible aux événements produits durant l'exécution des instances de PM et réagit en conséquence.
- Une présentation des informations dans des tableaux de bord.

- Un suivi des événements métiers déclenchés depuis les applications sous-jacentes ou les solutions de GPM.
- Une information présentée dans les tableaux de bord du BAM est affichée en temps réel et ne nécessitant pas de rafraîchissement manuel d'un utilisateur.
- Un BAM est orienté PM et non orienté données. C'est la propriété la plus importante qui sera prise dans notre solution.

1.4.4 Activités d'un cycle de supervision métier

Bernard [Bernard 2004] propose dans la troisième phase de cycle d'ingénierie de PM (modélisation, exécution et supervision), qui consiste pour une maîtrise d'ouvrage à superviser l'exécution des processus déployés dans des applications et à mesurer leurs performances opérationnelles. Cette phase s'intéresse davantage la direction, l'encadrement, les superviseurs d'équipes, les responsables de processus, le management de l'organisation, qui interviennent typiquement à deux moments différents : **-En ligne** alors que les instances (cas, dossiers) sont en cours d'exécution. **-Hors ligne**, sur la base des journaux (traces, logs) cumulant une masse d'information sur un grand nombre d'instances de processus exécutées, ce cycle est constitué de quatre étapes collaboratives décrites comme suit:

*a. **Activité Prise de Mesures*** : La première activité est nécessaire, et préalable à la capacité même d'observer l'exécution des PMs consiste à prélever des **mesures** et produire des **métriques** de toutes sortes. Des **métriques** peuvent être générées automatiquement par le moteur d'exécution des processus, comme par exemple, en ligne, le délai de réalisation d'une instance d'activité, hors ligne, le délai moyen de réalisation d'une activité. Des métriques de plus haut niveau peuvent être alors calculer sur la base des premières comme par exemple, en ligne, la charge de travail des tâches affectées à un acteur, hors ligne, le pourcentage des instances de processus exécutées avec un retard par rapport à ce qui était prévu.

*b. **Activité Edition de Rapport*** : Une fois les métriques sont disponibles, elles seront publiées dans un **rapport**, qu'il soit en ligne dans une **console** de supervision fonctionnelle des processus en cours d'exécution, ou qu'il soit hors ligne dans un **document** fournissant des **statistiques** d'exécution des processus. C'est la constitution de **tableaux de bord** spécialisés dans la supervision de PM.

*c. **Activité Analyse*** : Ces documents permettent alors à ceux qui portent dans l'organisation, la responsabilité de l'efficacité opérationnelle des PMs **d'analyser** les

indicateurs ainsi remontés, d'identifier les problèmes, de diagnostiquer les causes. Ces améliorations peuvent porter sur les ressources nécessaires à la bonne exécution des processus, exemple : ajouter des acteurs à un groupe surchargé comme sur le modèle même du processus exécuté, exemple : exécuter deux activités qui le peuvent en parallèle plutôt qu'en séquence pour réduire le délai global d'exécution du processus.

d. Activité Réaction : La dernière activité consiste à **agir** en conséquence de l'analyse effectuée, c'est-à-dire **réaliser** les améliorations décidées, en agissant soit directement en ligne lorsqu'il faut **débloquer** des instances de processus en cours d'exécution, par exemple en affectant des tâches à un autre acteur si celui auquel elles étaient attribuées devient indisponible pour des raisons imprévues, soit hors ligne par exemple en **modifiant le modèle du PM** et en **redéployant** une version **nouvelle** optimisant les délais par exemple.

1.4.5 Objectifs de la supervision

Par un suivi temps réel de tous les processus de l'entreprise, le BAM fournit aux décideurs des informations métiers stratégiques leur permettant ainsi d'ajuster au fil de temps les ressources nécessaires à la réalisation de leurs objectifs [Pelletier 2008] :

a. Réduire les coûts

- *Eviter les pénalités de retard* : Eviter les pénalités dues à un retard de livraison de la part de l'entreprise ou de ses partenaires.
- *Réduire les fraudes* : Détecter facilement les fraudes ou le vol et être sûr de comptabiliser tous les éléments qui entrent dans l'entreprise et ceux qui en sortent.
- *Augmenter l'agilité* : Surveiller les ventes en temps réel pour pouvoir réagir en déclenchant des promotions, ou à l'inverse, enlever la marchandise des points de ventes.

b. Optimiser les moyens

- *Rendre claire*: Il est important que chaque responsable puisse sélectionner parmi les informations rassemblées celles qui lui sont spécifiques (par secteur, branche d'activité, magasin).
- *Analyser la tendance en temps réel*: Au lieu de répondre à la question : Comment allons-nous faire ? le BAM fournit les éléments pour répondre à une autre question : Qu'est ce que nous allons faire par rapport à la même date de l'année dernière ? En effet, le BAM doit pouvoir comparer des résultats pour des indicateurs spécifiques sur une période donnée.

- *Respecter le niveau de service* : En étendant le BAM à l'extérieur de l'entreprise par un suivi des partenaires ou des clients, la société peut surveiller et donc assurer le niveau de service sur lequel elle s'est engagée par contrat.

c. Réduire le temps de réaction

- *Rendre réactive*: Collecter des informations à distance c'est bien, les modifier c'est mieux.

- *Rendre disponible*: Ce n'est pas parce que c'est le week-end ou que les dirigeants sont partis dans leur maison de campagne que les problèmes s'arrêtent, la supervision devra être disponible 24/24 pendant 7/7.

d. Améliore la chaîne des commandes

- *Donner des informations synthétiques*: Toutes les informations collectées ne sont pas visibles directement par tout le monde. Il est important, pas uniquement pour des raisons de sécurité ou de confidentialité, mais surtout pour des raisons d'efficacité, d'afficher les informations pertinentes aux bons interlocuteurs au bon moment.

- *Diffuser les informations en cascade*: Si la personne désignée pour répondre au problème n'est pas disponible, alors alerter une autre personne.

1.5 Formalismes adoptés dans la solution de supervision métier

Dans cette cinquième partie, nous présentons les concepts utilisés dans les deux contributions proposées dans notre approche, respectivement: la méthode BSC, le langage BPEL4WS et le paradigme d'agent.

1.5.1 Méthode de mesure de performance (BSC: Balanced ScoreCardBSC)

En 1992, Robert S. Kaplan et David Norton[**Kaplan 1996a**] ont lancé le Tableau de Bord Prospectif : TBP ou Tableau de bord équilibré, comme une méthode visant à mesurer les activités d'une entreprise en quatre perspectives principales: finance, client, processus et apprentissage. C'est une approche stratégique, C'est un système de gestion de base de mesure. À l'origine Robert Kaplan et David Norton ont fournissent une méthode d'alignement des activités métiers à travers la stratégie et pour superviser la performance des objectifs stratégiques au fil du temps. Plus précisément, le BSC attire l'attention de la direction sur quatre perspectives inter-reliées et interdépendantes. Dans ces quatre domaines, l'entreprise identifie et *supervise* plusieurs objectifs clés pertinents et des métriques. Nous proposons maintenant les définitions les plus pertinentes :

Rodriguez [Rodriguez 2008] a définie le BSC comme un formalisme, une méthodologie et un framework qui traduit la stratégie en des objectifs actionnables et mesurables, suivant quatre perspectives, elle équilibre entre ces objectifs. Cette méthodologie permet à toutes les parties de l'organisation de connaître et de comprendre leur contribution à la *stratégie*. Les BSC ont rapidement gagné en popularité, car il offre la possibilité de *contrôler* la performance organisationnelle avec un système de mesure basé sur les perspectives organisationnelles plutôt que les perspectives traditionnelles de comptabilité. Alors que Pana [Pana 2008] suggère que le BSC est un système de *mesure* métier qui fait à l'appui des efforts d'amélioration des métiers et de la qualité. Il fournit une orientation plus globale avec la définition d'un framework rigoureux pour développer la stratégie et la méthodologie en termes opérationnels [Briol 2008]. Il a évolué en trois générations principales. Cependant, la troisième génération affine les autres afin de donner plus de pertinence et de fonctionnalité aux objectifs stratégiques [Lawrie 2009]. Les autres éléments clés sont les objectifs stratégiques, le modèle de liaison stratégique, les perspectives, les mesures et les initiatives.

Dans notre approche, nous adoptons cette dernière génération dont la structure est représentée à la figure 1.4, en respectant l'équilibre des quatre perspectives suivantes [Kaplan 1996a]:

- a. Perspective financière:* elle repose sur sa capacité à créer des valeurs en utilisant efficacement le capital.
- b. Perspective client:* elle illustre le choix de la société dans la segmentation du marché, dans laquelle elle produit des ventes et génère des revenus.
- c. Perspective PM interne:* elle identifie les PMs opérationnels impliqués directement dans les objectifs.
- d. Perspective d'apprentissage et de croissance:* elle définit le partage et la communication des connaissances dans l'organisation menant à la réalisation des objectifs individuels. Cette perspective est étroitement liée à l'information du département des ressources humaines.

Kaplan et Norton [Kaplan 1996b], illustrent dans la figure (1.4) la représentation classique des quatre perspectives de BSC, comportant la vision et la stratégie de l'organisation comme références. Ceci permet le contrôle de la performance actuelle, mais

la méthode essaye également de saisir des informations sur comment est positionnée l'entreprise, pour améliorer sa performance à l'avenir.

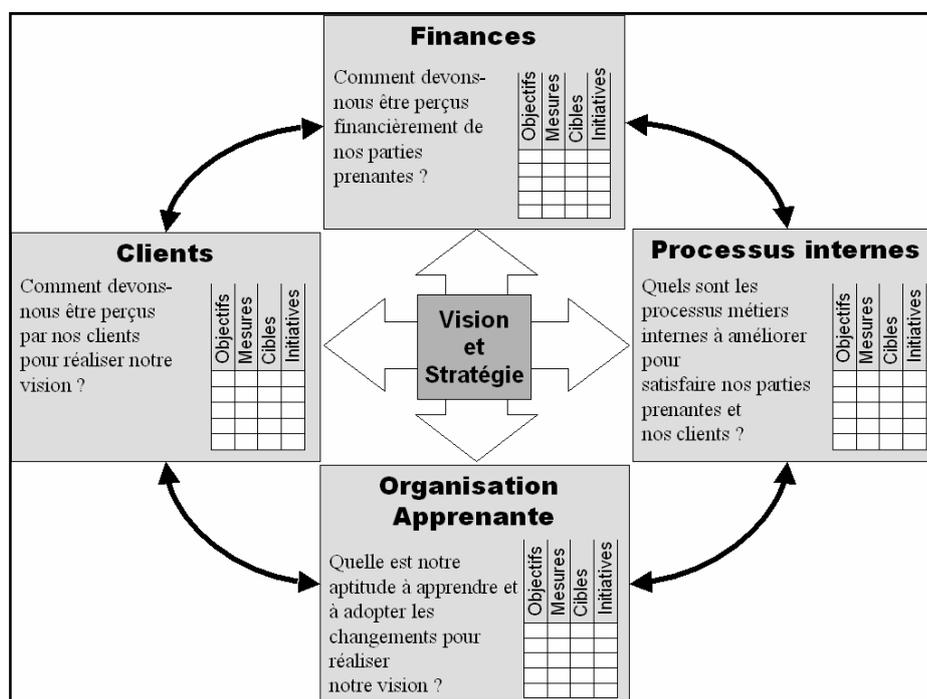


Figure 1.4. Structure originale de BSC [Kaplan 1996b].

Pour chaque perspective du BSC, quatre paramètres sont pilotés [Kims 2007] [Kaplan 2001]. **Objectifs**: les objectifs principaux à atteindre, par exemple, l'augmentation de la rentabilité. **Mesures ou Indicateurs**: les paramètres observables qui seront employés pour mesurer la progression vers l'objectif à atteindre. Par exemple, l'objectif d'augmentation de la rentabilité pourrait être mesuré par l'augmentation de la marge nette. **Cibles**: les valeurs cibles spécifiques à atteindre par les mesures, par exemple, réduction annuelle de 7% des ruptures de fabrication. **Initiatives**: les projets ou programmes lancés afin de répondre à l'objectif.

Chaque perspective est complétée de ses indicateurs de performances (KPI : Key Performanc Indicator). Le BSC final est **équilibré** [Kaplan 2000], c'est-à-dire qu'il n'existe pas d'indicateur isolé des autres. Par conséquent, tout indicateur d'une perspective influence un ou plusieurs indicateurs des autres perspectives. En effet, selon Briol [Briol 2008], le mot important dans BSC est *équilibré* car il s'équilibre entre les objectifs à court et à moyen terme ou à long terme, il s'équilibre entre les indicateurs financiers et non financiers, il équilibre les indicateurs de mesure de la performance passée et les indicateurs *en avance* et il s'établit entre la perception externe et les performances internes conduites

a. Construction de BSC La construction d'un BSC concerne l'identification d'un petit nombre de mesures financière se non financières en leur joignent des objectifs, de sorte que, lorsqu'ils sont examinés, il est possible de déterminer si les performances actuelles répondent aux attentes ou les valeurs cibles. En alertant les gestionnaires où la performance s'écarte à attirer leur cible, la pensée originale derrière un BSC était de se concentrer sur les informations relatives à l'implémentation d'une *stratégie*. Au fil du temps, il y avait un flou des limites entre les planifications stratégiques conventionnelles, les activités de *contrôle* et celles requises pour construire un tableau de bord équilibré. Par conséquence, le BSC est bien plus qu'un simple tableau d'indicateurs liés. Il faut vraiment le voir comme un système réel de management qui agit sur quatre facettes [Saheb 2007]. Ceci est bien illustré par les quatre étapes requises pour concevoir le BSC équilibré inclus dans l'écriture de Kaplan & Norton [Kaplan 2000] :

- **Traduction de la vision** : En général, le plus difficile n'est pas de définir une *stratégie* mais de la mettre en place. C'est pour cela que la BSC apporte son aide puisqu'elle permet de clarifier la stratégie en *objectifs* opérationnels compréhensibles par tous. Ainsi un consensus peut être atteint sur la mission de l'entreprise.
- **Communication et liaison** : La BSC est en fait un formidable outil de communication et de motivation. Des objectifs sont définis pour chacun des collaborateurs et leur rôle dans la réussite de l'entreprise peut être objectivé.
- **Planification métier** : La définition de *cibles* oblige l'entreprise à n'avancer que dans une seule direction. Ainsi l'allocation des ressources, les *initiatives* stratégiques doivent s'inscrire dans cette marche en avant.
- **Feedback et apprentissage**: Souvent le temps imparti à l'étude de la stratégie d'une entreprise est limité. On définit les grandes lignes et on ne regarde qu'un an ou six mois après où on en est. Le BSC lutte contre cet état de fait, car il force le management à réaliser un retour régulier sur sa stratégie et de la remettre en cause sur certains points à la vue des résultats obtenus.

b. Acteurs concernés par le BSC : d'après [Norton 2016], sont de différents niveaux les *dirigeants*, sont les premiers acteurs qui repose entièrement à l'élaboration des BSCs puisqu'ils sont porteurs de la vision, de la structure qu'ils dirigent et sont donc

les mieux à traduire cette vision en stratégie. Les *cadres* et les *responsables*, chacun dans leur domaine de responsabilité, s'approprient et déclinent les objectifs opérationnels en cohérence avec les objectifs stratégiques, dans le cadre du plan d'action. Ils ont en charge le management opérationnel et ont besoin d'un retour d'information périodique afin d'évaluer les niveaux de résultats par rapport aux objectifs et réorienter l'action de leur service. Les sous *responsables*, participent à l'exécution des plans d'actions et veillent à l'atteinte des résultats pour chacune des actions par un suivi plus rapproché. Cet outil requiert néanmoins une motivation et une mobilisation de tout le personnel dont l'adhésion à la stratégie de l'organisation est essentielle pour l'amélioration des PMs internes et l'apprentissage organisationnel qui alimente la base des données, par les indicateurs pertinents sont extraits pour l'élaboration de ce BSC.

1.5.2 Langage de spécification des PMs (BPEL4WS)

Le BPEL4WS (Business Process Execution Language for Web Service) [IBM 2017] [Microsoft 2017], est un langage de spécification basé initialement sur les langages XLANG de Microsoft et WSFL d'IBM. La dénomination de la spécification du langage BPEL a évolué entre différentes versions, depuis la version 1.1 avec «BPEL4WS» jusqu'à la version 2 avec « WS-BPEL ». La description de la logique d'orchestration entre les éléments du langage repose sur des standards comme WSDL, WS- Addressing, Schéma XML, XPath, etc. Les concepts du langage BPEL se fondent également sur ceux de la notation BPMN (Business Process Modeling Notation). BPEL est un effort pour standardiser la composition de SW. Il est aussi un langage pour définir et gérer des activités d'un PM. Ce langage permet de décrire les interactions entre les SW sur lesquelles s'appuie le PM. BPEL utilise le modèle de contrôle classique des flots de tâches pour décrire des PMs invoquant des SW [Dumas 2016].

Selon Papazoglou [Papazoglou 2007], le BPEL4WS a été conçu pour modéliser les PMs qui sont assez stables, et donc implique l'invocation de SW qui sont connues à l'avance. Par conséquent, le concepteur de scénario BPEL spécifie, au moment où le scénario est conçu, les services exacts à invoquer pour la réalisation du PM. Ce langage permet aux concepteurs d'orchestrer des services individuels afin de construire des PMs de haut niveau. La spécification de l'orchestration est exprimée en langage XML, elle est déployée dans un moteur d'exécution BPEL. Rendant ainsi disponible pour l'invocation par les consommateurs. D'après Briol [Briol 2008], le BPEL propose une architecture combinant des protocoles décomposée en trois niveaux complémentaires : i) La fondation

constituée essentiellement du langage XML et de ses spécifications comme le schéma XML, XPath, XSLT, XForm. ii) L'intégration des fonctionnalités des applications sous-jacentes en employant les SW composés essentiellement des protocoles de communication comme SOAP, WSDL et UDDI. iii) La définition de la logique de séquence d'exécution supportée avec des langages XML de haut niveau. BPEL représente deux modes d'interactions entre SW: la chorégraphie et l'orchestration.

BPEL est un langage de composition de SW permettant de définir des PMs et de décrire les interactions entre les services à travers un plan en spécifiant les flots de contrôle entre les services partenaires et les dépendances des données entre plusieurs PMs. Il permet de modéliser deux types de processus [Darío 2006]:

- a. **Processus abstrait:** il spécifie les échanges de messages entre les différentes parties, sans spécifier le comportement interne de chacun d'eux.
- b. **Processus exécutable:** il spécifie l'ordre d'exécution des activités constituant le procédé, des partenaires impliqués dans le procédé, des messages échangés entre ces partenaires, et le traitement de fautes et d'exceptions spécifiant le comportement dans les cas d'erreurs ou d'exceptions.
- c. **Éléments du processus BPEL:** sont les attributs supérieurs, les liens de partenaires, les variables et l'acheminement des activités, Nous définissons ci-dessus une description des composants d'un PM sous BPEL de la façon suivante : Un processus est composé de variables, de liens de partenaires et d'activités. Les variables servent à contenir les données manipulées par les activités. Les activités qui peuvent être de deux types structurés ou simples servent à décrire le fonctionnement du processus. Chaque activité est réalisée par un service en utilisant des variables. Les attributs supérieurs sont des informations concernant le PM comme son nom, les espaces des noms supportés, les documents WSDL importés, etc. Un lien de partenaire (partnerLink) correspond au service avec lequel le processus échange des informations. Chaque lien de partenaire possède un type partnerLink Type. Ce dernier est chargé de définir le rôle que joue chacun des deux partenaires dans une collaboration. Chaque service ou partenaire joue un rôle bien défini. Un SW peut avoir plusieurs rôles dans un même processus [Dumas 2016].

* **Les liens de partenaires :** Un lien de partenaire (PartnerLink) correspond au service avec lequel le procédé échange des informations. Le lien de partenaire représente la relation de conversation entre deux procédés partenaires. Chaque lien de partenaire est typé par un

PartnerLink Type, il est chargé de définir le rôle que joue chacun des deux partenaires dans une conversation.

* **Les activités** : Le PM dans BPEL est constitué d'activités liées par un flot de contrôle. Ces activités peuvent être basiques ou structurées.

* **Les données** : Le PM dans BPEL a un état qui est maintenu par des variables contenant des données. Ces données sont combinées afin de contrôler le comportement du PM. Elles sont utilisées dans les expressions et les opérations d'affectation. Les expressions permettent d'ajouter des conditions de transition ou de jointure au flot de contrôle. L'affectation (assignement) permet de mettre à jour l'état du procédé, en copiant les données d'une variable à une autre ou en introduisant de nouvelles données en utilisant les expressions. Dans BPEL il n'y a pas de flot de données, BPEL se sert des variables pour passer une donnée d'une activité à une autre, à l'aide de l'affectation. La Figure 1.5 présente la structure d'un document BPEL.

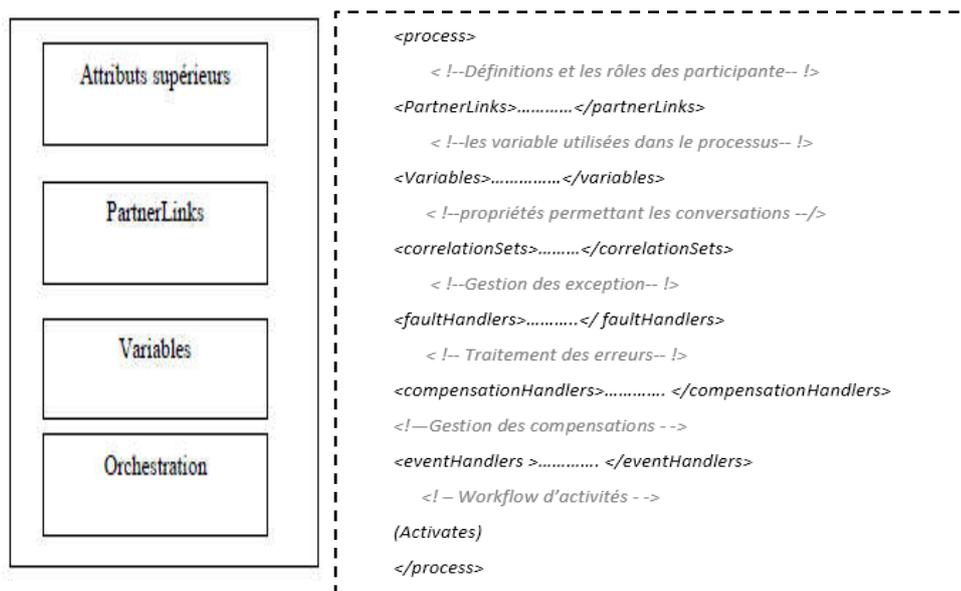


Figure 1.5. Structure de fichier BPEL [Dumas 2016].

Comme montre la Figure 1.5, dans chaque modélisation BPEL, les éléments suivants doivent être existés:

- **Attributs supérieurs**: cette section correspond à la définition des attributs de description du fichier comme le nom et les espaces de noms à utiliser pour le PM.
- **PartnerLinks**: cette section correspond à la description des tous les partenaires qui participent dans le PM.

•**Variables**: cette section correspond aux espaces de définition de variables utilisées dans le PM.

•**Orchestration** : dans cette section on trouve la définition du PM en termes de différents types d'activités qui offre BPEL.

La figure 1.6 représente un exemple d'une spécification BPEL4WS dans une assurance de véhicule afin d'invoquer le service e-assurance par le PM externe authentication.

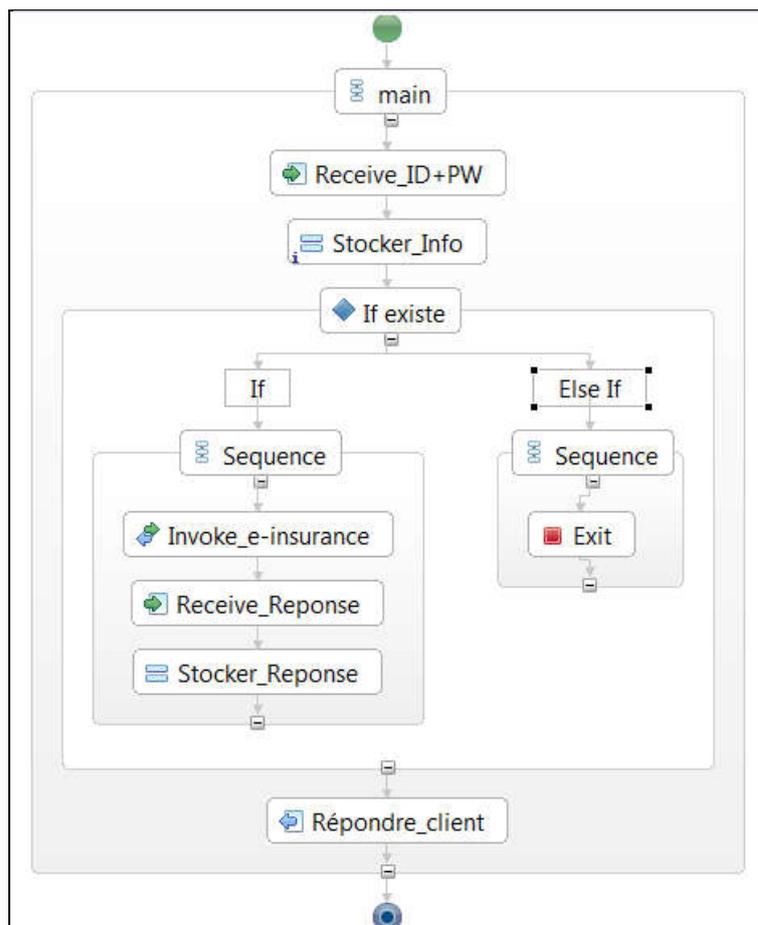


Figure 1.6. Exemple d'une spécification BPEL4WS d'un PM.

1.5.3 Systèmes multi-agent et interaction

Aeken [Aeken 1999] a défini le système multi-agent (SMA) comme un ensemble organisé d'agents. Cela signifie que dans un système multi-agent, il existe une ou plusieurs organisations qui structurent les règles de cohabitation et de travail collectif entre agents sociaux (définition des différents rôles, partages de ressources, dépendances entre tâches, protocoles de coordination, de résolution de conflits, etc.). Ce type de système peut se révéler utile pour certains phénomènes complexes dont on ne connaît pas de modèle global. Dans [Jennings 1998], les SMA étudient la manière de répartir un problème sur un

certain nombre d'entités coopératives. Elles s'intéressent à la manière de coordonner le comportement intelligent d'un ensemble d'entités selon des lois sociales. Ces entités ou agents sont autonomes et interagissent dans un environnement pour la résolution de problèmes (leur comportement dans une société d'agents).

a. Concept d'agent

Dans la littérature, on trouve une multitude de définitions du terme agents. Elles se ressemblent toutes, mais se diffèrent selon le type d'application pour laquelle est conçu l'agent. A titre d'exemple, voici l'une des premières définitions de l'agent due par Ferber [Ferber 1995], un agent est une entité autonome, réelle ou abstraite, qui est capable d'agir sur elle-même et sur son environnement, qui, dans un univers multi-agent, peut communiquer avec d'autres agents, et dont le comportement est la conséquence de ses observations, de ses connaissances et des interactions avec les autres agents. Il ressort de cette définition des propriétés clés comme l'autonomie, l'action, la perception et la communication. D'autres propriétés peuvent être attribuées aux agents selon une autre définition du concept d'agent est proposée par Jennings *et al.* [Jennings 1998] :

- **Délégation** : l'agent est une entité agissant par délégation, respectant la stratégie de son producteur vis à vis des choix qu'il doit accomplir, afin qu'il soit responsable des tâches effectuées par son agent.

- **Autonome**: l'agent est capable d'agir sans l'intervention d'un tiers (humain ou agent) et contrôle ses propres actions ainsi que son état interne.

- **Connaissance**: l'agent dispose d'une connaissance (parfois partielle), de son environnement courant. Ce qui lui permet de prendre des décisions appropriées.

- **Comportement flexible** : l'agent dans ce cas est capable de répondre à temps. Il doit être capable de percevoir son environnement et élaborer une réponse dans les temps requis. Proactif. Il doit exhiber un comportement proactif et opportuniste, tout en étant capable de prendre l'initiative au "bon" moment. Social. Il doit être capable d'interagir avec les autres agents (logiciels et humains) quand la situation l'exige afin de compléter ses tâches ou aider ces agents à accomplir leurs tâches.

Notons que, certaines propriétés dépendantes des applications sont plus importantes que d'autres. Il peut même s'avérer que pour certains types d'applications, des propriétés additionnelles sont requises.

b. Concept d'agent mobile

D'après [Leriché 2006] [Lange 1999], la notion d'agent mobile généralement s'élève de deux domaines originalement distincts. D'un côté la recherche en l'intelligence artificielle avec sa notion d'agent comme une entité logiciel qui agit d'une manière autonome. De l'autre côté, le développement de logiciels réseaux a renouvelé et grandement accentué sur l'idée de code mobile. Combiner ces deux résultats dans le concept d'un agent mobile comme une entité logiciel qui agit d'une manière autonome, et en particulier se déplace, dans un réseau d'ordinateurs, et exécute quelques fonctions pour le compte de son propriétaire. Selon [Peine 2002], un agent mobile est un processus qui a la capacité de se déplacer pendant son exécution dans une machine de l'hôte à un autre dans un réseau hétérogène en conservant son état interne. En effet, un agent mobile, consiste en un code et un état, contient son propre thread de contrôle, et il est capable de déplacer son code et son état volontairement entre les machines, un acte habituellement appelé la migration. Une migration devrait inclure toutes les parties essentielles d'un agent, de cela il peut continuer à fonctionner d'une manière autonome.

c. Notion d'interaction

Dans le cadre de SMA, la notion d'interaction est liée à celui de communication. Celle-ci y joue un rôle important: elle assure le transfert d'informations entre les agents du système et par la même constitue une action élémentaire [Bergerand 2005]. En effet, les communications dans les systèmes multi agents sont à la base des interactions et de l'organisation des agents. L'interaction entre les agents est plus qu'un simple échange de messages [Barbuceanu 1995], un des aspects d'interaction montre une conversation basée sur un échange partagé et conventionné de messages. Les communications entre les différents agents dans les SMA sont souvent structurées selon des schémas typiques appelés protocoles d'interaction [Seoand 2005].

Un protocole d'interaction est un ensemble de règles et de contraintes communicationnelles, associées à un ensemble fini de rôles qui seront joués par des agents, les participants, au cours d'une conversation vérifiant ce protocole. Il est important de souligner qu'un rôle est intimement lié avec le protocole d'interaction dont il fait partie. La spécification d'un rôle fait nécessairement référence aux autres rôles, avec lesquels il est censé interagir, même si elle ne spécifie pas complètement leurs comportements. Ainsi, un

protocole d'interaction spécifie un ensemble limité de réponses possibles pour un type spécifique de messages.

1.5.4 Synthèse

Premièrement, le BSC est une méthode visant à mesurer les activités d'une entreprise en termes de visions et de stratégies menées, en vue de donner aux managers une vision globale de la performance d'une entreprise. Le choix de cette méthode est motivé pour les raisons suivantes:

- Etendre la structure originale, pour quelle puisse supporter la supervision des PMs externes.
- Offrir la plate forme d'un système de supervision métier.
- Fournir un tableau de bord conforme aux objectifs stratégiques.

Deuxièmement, le langage BPEL4WS décrit les relations entre les PMs. Le choix de ce langage a été influencé pour diverses raisons:

- Offrir une représentation graphique et textuelle de collaboration et de coordination des interactions des PMs internes et externes.
- Importer cette spécification dans un document XML.
- Permettre aux agents d'exploiter facilement les interactions autorisées pendant la supervision.

Troisièmement, le SMA est vu comme un ensemble organisé d'agents. Il est adopté dans notre approche par les justifications suivantes:

- Fournir un meilleur environnement de coordination et de collaboration.
- Permettre une prise de mesures instantanées et éloignées à travers les agents mobiles
- Couvrir et appliquer les activités de supervision à travers les primitives d'un protocole de supervision, en utilisant l'envoi de message entre les différents rôles d'agents.

1.6 Agilité, principes et définitions

L'agilité est certainement l'un des termes les plus utilisés aujourd'hui dans le domaine informatique. Les vendeurs d'outils très différents utilisent ce terme pour faire valoir intérêt de leur produit auprès des entreprises. Il faut croire que les entreprises sont particulièrement sensibles à ce message. Dans la présente partie, nous étudions la notion d'agilité puisque elle représente la propriété prédominante de notre thèse.

Selon Qumer [Qumer 2007], l'agilité est la capacité d'une organisation de présenter une souplesse pour répondre à des changements rapidement attendus ou inattendus, en suivant les délais les plus courts, en utilisant des instruments économiques, simples et de qualité dans un environnement dynamique et en appliquant des connaissances et des expériences antérieures mises à jour pour apprendre de l'environnement interne et externe.

D'après Muehlen [Muehlen 2004], l'agilité des entreprises, c'est-à-dire la capacité d'adaptation rapide, est alors directement dépendante de l'agilité des solutions informatiques mises en place, et inversement dépendantes de leur inertie.

Dans Briol [Briol 2008], l'agilité évoque l'idée de rapidité, de talent, de flexibilité, de souplesse, de capacité à sortir d'une instable ou dangereuse pour atteindre une position plus sûre ou plus durable.

Alors que Bernard [Bernard 2004] considère l'agilité de l'entreprise ou l'agilité *métier*, est sa capacité d'adaptation rapide, est alors directement dépendante de l'agilité des solutions informatiques implantés, et inversement dépendance de leur inertie. Il s'agit donc d'un terme aux connotations très positives, qui quantifie un être vivant ou un organisme dont les ressources permettent de s'adapter rapidement à des nouvelles situations. Manifestement, pris dans ce sens, les entreprises doivent être agiles pour survivre dans un environnement toujours plus hostile.

Ces définitions sont placées dans le contexte du développement de services agiles affirment qu'une organisation devrait pouvoir créer ou adapter un métier ou un service efficacement et effectivement lorsque des changements se produisent dans son environnement. Cette propriété d'agilité est très nécessaire et importante dans le contexte de PM pour plusieurs raisons: i) elle est l'un des facteurs de qualité les plus utilisés aujourd'hui dans le domaine de l'informatique. ii) la capacité organisationnelle d'une entreprise à ressentir continuellement des opportunités concurrentielles prometteuses et à répondre par des mouvements novateurs sous la forme d'introductions de nouveaux produits, de nouvelles améliorations de PMs, de nouvelles alliances ou d'autres actions concurrentielles similaires. Afin de donner une importance accrue à la concurrence, à la mondialisation et à la grande vitesse des cycles économiques, l'agilité est devenue une question importante d'intérêt pour les entreprises et les SIs professionnelles. En outre, les entreprises peuvent appliquer des concepts d'agilité en tant que stratégie pour relever les défis dans l'environnement commercial en évolution rapide.

1.7 Etude de quelques approches pour la supervision des PMs

Dans la dernière partie de ce chapitre, nous faisons un petit survol sur quelques travaux qui proposent différentes solutions de supervision des PMs. Pour ce faire, nous présentons une classification de ces travaux en deux grandes catégories :

***Méthodes** : méthodologie, approches ou frameworks.

* **Systèmes** : architectures, outils, plate-forme ou techniques.

1.7.1 Quelques méthodes développement de système de supervision

Cette section présente quelques travaux qui proposent des méthodes, des approches ou des frameworks, tels que:

La méthode People & Process [Briol 2008] propose une *Méthodologie* pour la mise en œuvre de la démarche de gestion des PMs, qui nécessite la définition initiale des rôles et les responsabilités des différents intervenants. Cette méthode considère autant les aspects techniques que les aspects humains dans la mise en œuvre des PMs. Ce support méthodologique est considéré comme une base configurable selon les besoins et la taille de l'organisation. Elle se fonde sur les trois activités du cycle de vie des PMs: l'élaboration, la mise en œuvre et la supervision, comme l'illustre la figure 1.7

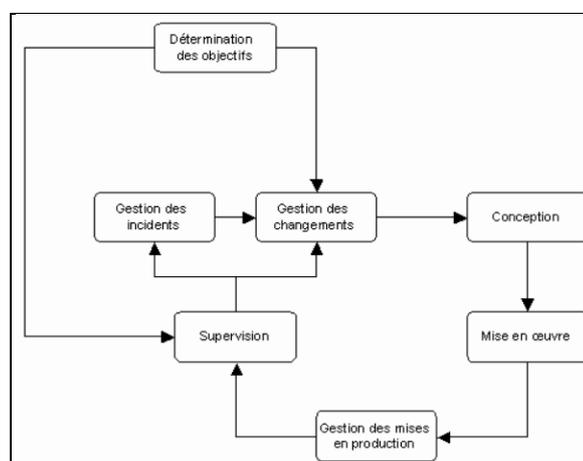


Figure 1.7. Méthode People & Process [Briol 2008].

La méthode s'inscrit dans une démarche itérative caractérisée par une répétition successive de plusieurs activités: La détermination des objectifs requiert leur définition quantitative et qualitative réparties en plusieurs perspectives. La gestion des changements assure le suivi des changements provenant de la supervision des PMs et des demandes du métier désirant revoir les d'objectifs. La conception regroupe toutes les activités d'étude, de

conception et d'amélioration des PMs. La mise en œuvre détermine et configure les moyens d'automatisation et d'organisation des ressources suivant les modèles de PM. La gestion des mises en production planifie et applique les changements dans l'environnement de production de l'organisation. La supervision assure le suivi de l'exécution des tâches des PMs. La gestion des incidents assure le suivi de résolution des incidents survenant durant la supervision de l'exécution des PMs. Elle génère des demandes de changements à mettre en œuvre afin de corriger une telle situation.

De nombreuses autres études combinent dans leur *méthodologies* les langages de spécification formels avec le langage BPEL4WS comme: Automate d'état finis [Fahland 2005], Réseau de Petri, [Aalst 2008] ou encor Agent UML [Benmerzoug 2009] pour l'intégration d'applications par les processus et les SMA. Plus précisément, ce dernier travail de recherche concerne l'intégration d'applications par les processus à l'aide de systèmes multi-agents dits communicants, c'est à dire agents interagissent par l'envoi de messages, en utilisant un langage de communication de haut niveau. Dans ce contexte, l'intégration d'applications se focalise sur les Protocoles qui constituent l'unité fondamentale de la modélisation. Ce travail se situe à deux niveaux (voir la figure 1.8) : au niveau conceptuel par la modélisation et la vérification du scénario d'intégration, et au niveau opérationnel pour l'exploitation et la gestion de l'interaction au moment de l'exécution.

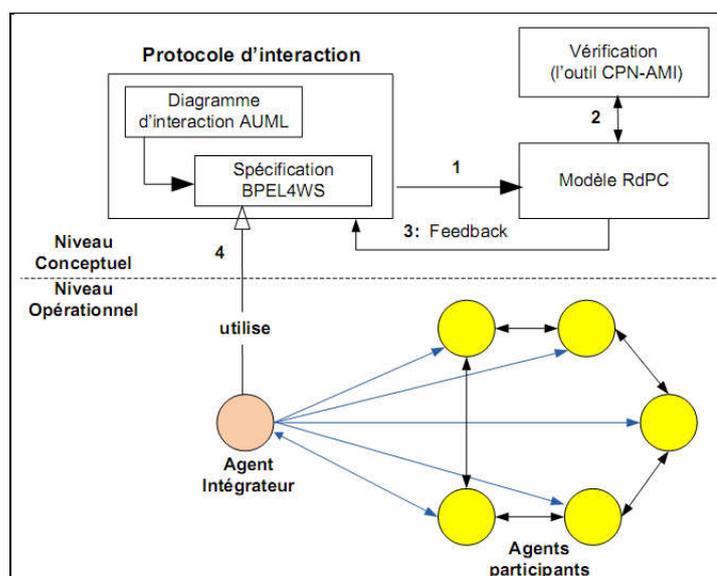


Figure 1.9. Modèles pour l'intégration d'applications [Benmerzoug 2009].

D'autres travaux se sont focalisés sur le développement d'*approches* tels que Saldivar *et al.* [Saldivar 2016] qui proposent une *approche* améliorant spécifiquement le rôle de l'analyste des PMs, non seulement en fournissant des contributions pour la conception des PMs, mais aussi pour les analyser. Mais les analystes de PM ont acquis un sentiment concret de la façon dont leurs processus seront réalisés si les PMs sont déployés dans un système réel en imitant les SW et en visualisant la progression du processus dans un tableau de bord de supervision. Baresi [Baresi 2016] présente une *approche* pour la supervision des biens physiques lorsqu'ils sont échangés entre différentes parties en fonction des PMs définies en traversant leur organisation. Les modèles de flux de contrôle ne conviennent pas aux Smart Objects en raison de ressources limitées, et ils ne conviennent pas pour définir le comportement du système de supervision en raison de leur manque de flexibilité. Une extension du framework GSM Guard-Stage-Milestone est proposée. Stavrou [Stavrou 2014], a développé une *approche* pour définir la supervision au niveau des PMs en intégrant la supervision psychosocial par les médias sociaux. En fait, une plate-forme de supervision des PMs existante devrait être utilisée pour être étendue et pour implémenter les fonctionnalités requises du système de supervision.

Dans [Jahantigh 2016], une *approche* a été présentée pour prioriser les objectifs stratégiques de BSC. Cette approche est mise en œuvre dans le système d'approvisionnement de la société Iranian Oil Terminals Company, elle utilise Entretien-groupe interview comme méthodes qualitatives et la théorie du système gris comme méthodes quantitatives. De plus, une nouvelle *approche* de gestion intitulée Six Sigma Scorecard (SSS) est proposée dans [Rodriguez 2008] qui harmonise la stratégie organisationnelle en utilisant BSC, des améliorations de performance en utilisant Six Sigma et la satisfaction du client. Lina [Lina 2014] fournit un *support* précieux pour la prise de décision réussie dans les structures hiérarchiques du réseau, ils adoptent le BSC traditionnel qui tient compte des poids importants, des poids de performance et des valeurs de norme. Lin [Lin 2014] étudié l'état actuel de l'application BSC et son impact sur le rendement hospitalier en Chine. Dans ce travail, l'application BSC contribue à l'amélioration des performances organisationnelles et personnelles, et à celle des performances individuelles dans les hôpitaux publics chinois. Antonsen [Antonsen 2014] montre que l'utilisation du BSC pour renforcer le contrôle formel, combiné à l'engagement des conseillers à servir leurs clients, semble contribuer à des résultats financiers élevés pour la banque. Cependant, cette étude révèle des lacunes dans l'utilisation du BSC dans la

promotion d'un comportement de travail réfléchi et d'un engagement croissant chez les gestionnaires hiérarchiques et les employés. Wu [Wu 2014] propose un *modèle* de recherche pour examiner les relations entre une structure de diffusion basée-étape et les quatre indicateurs le BSC. En effet, La diffusion de l'innovation est essentielle à la performance pour une vue basée sur les ressources (RBV Resource-Based View). La théorie de la diffusion de l'innovation (IDT Innovation Diffusion Theory) indique une analyse en plusieurs étapes pour une innovation. Le BSC concerne à la fois des aspects financiers et non financiers. La Technologie-Organisation-Environnement (TOE) joue un rôle médiateur pour la diffusion SI.

D'autres travaux présentent des Framework tels que celui proposé par Ouair [Ouair 2010], dont un *framework* de supervision des PMs a été proposé par la transformation des perspectives de BSC la perspective financière et organisationnelle à la place de la perspective financière et la perspective acteur à la place de la perspective client, puis d'intégrer la nouvelle structure de BSC dans l'architecture MDA (Model Driven Architecture), pour but de fournir un cycle de vie en Y composé de deux branches, dont la branche droite concerne la construction d'un BSC amélioré, et la branche gauche concerne la construction des modèles de l'architecture MDA en UML. Abe [Abe 2014] a proposé un *framework* de supervision pour le processus de découverte qui extrait simultanément les instances de processus et les métriques d'un seul passées dans les journaux des événements. Asim [Asim 2014] a introduit un *framework* de supervision qui applique à la fois le filtrage des événements et la corrélation des événements afin de s'assurer que le service se comporte conformément à une politique de sécurité prédéfinie. Fernandez [Fernandez 2016] a fourni un *framework* pour permettre aux entreprises qui publient des SW de développer des modèles de simulation des processus de supervision des horaires et d'évaluer leur capacité à détecter et à anticiper les événements perturbateurs. Il est basé sur la simulation d'événements discrets et implémenté dans une bibliothèque qui peut être utilisée pour développer et tester la capacité des processus de supervision à détecter et à anticiper les événements perturbateurs au moyen d'une interface interactive. Shen et al. [Shen 2016] a proposé un *framework* de mesure de performance de (Enterprise Resource Planning : ERP) planification de ressources d'entreprise, qui intègre les dimensions de BSC, les variables linguistiques et l'intégrale flou non-additive. Dans [Abo-Hamad 2016], où il a intégré un *framework* de modélisation et de simulation basé sur le BSC, c'est une approche orientée vers une analyse de décision multicritères dans le but est de fournir un

système de prise de décision pour les gestionnaires de soins de santé et d'améliorer la planification et l'efficacité des processus de soins de santé.

1.7.2 Quelques systèmes de gestion de la supervision

La présente section va étudiée quelques travaux de recherche basés sur le développement des systèmes, architectures, plateforme, outils ou techniques tels que: Dans [Vera-Baquero 2016],une *architecture* a été développée basée sur le Cloud qui s'appuie sur la technologie Big-Data pour supporter l'analyse des performances et superviser tout domaine de performance de PM, en temps réel et indépendamment des préoccupations sous-jacentes des systèmes opérationnels. Ils proposent un *algorithme* de corrélation d'événements qui relie un nombre massif d'événements consécutifs. Selon [Aris 2010], ARIS Process Performance Manager (PPM) fait partie de la suite *Outils logiciels* de gestion des PMs. Pour rappel, la figure1.9 illustre l'organisation de l'offre ARIS déclinée en quatre grandes catégories d'outils :

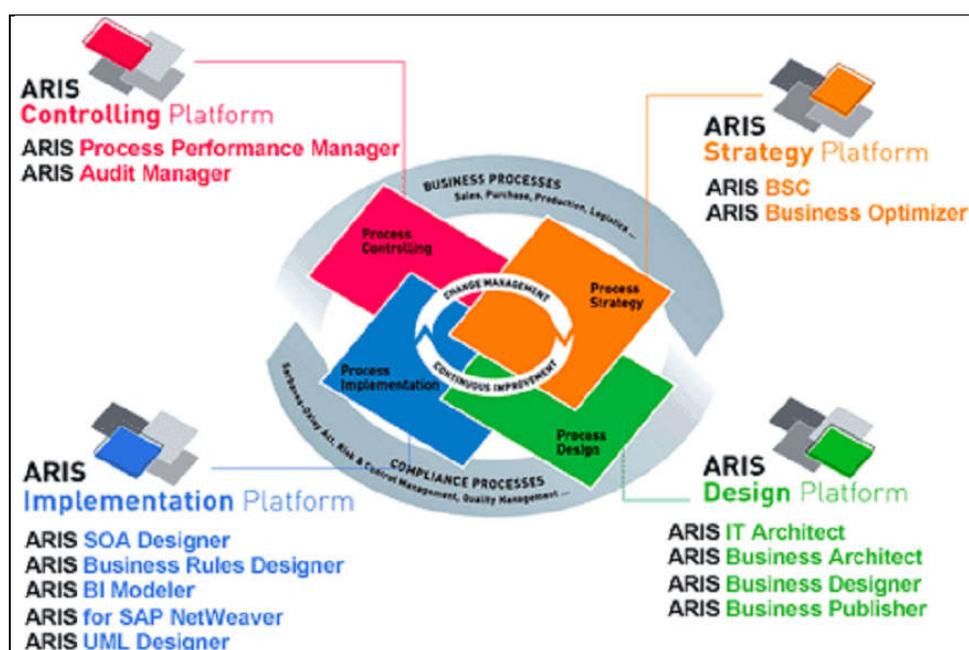


Figure 1.9. Solutions ARIS [Aris 2010].

ARIS PPM s'inscrit dans la catégorie des outils dédiés aux contrôles de PM et comportant plusieurs modules : a) ARIS Audit Manager. b) ARIS Process Risk Scout c) ARIS Process Performance Manager (PPM). d) RIS PPM assure la supervision des PMs. e) La supervision des PMs nécessite éventuellement la recherche de la source des problèmes identifiés préalablement sur base d'analyses des tendances des indicateurs relevés. La figure 1.10 illustre la représentation de cette possibilité offerte d'ARIS PPM



Figure 1.10. Représentation d'ARIS PPM [Aris 2010].

Selon [Oracle 2009], Oracle BAM est une *plateforme* d'élaboration de tableaux de bord opérationnels, de supervision et d'alerte d'applications exportés par le biais de SW. La société Oracle commercialisant Oracle BAM possède une grande expérience et une célébrité dans le domaine des bases de données et des outils de restitution des informations. Depuis quelques années, elle s'est également lancée sur le marché des systèmes d'exécution des processus informatisés avec Oracle BPEL. Pour Oracle, le BAM représente essentiellement la surveillance des communications échangées entre les SW et leurs applications sous-jacentes. Oracle BAM est conçu pour collecter les données transactionnelles de bas niveau et restituer une information cohérente sous forme de tableaux de bord. L'utilisateur dispose également d'une configuration des alertes lorsque des exceptions surviennent dans ces échanges d'informations. L'architecture d'Oracle BAM est fondée sur plusieurs composants : a) Le noyau d'échange d'information, Enterprise Link. b) Le cache de données vives, Active Data Cache. c) Le gestionnaire d'événements, Event Engine. d) Le générateur de rapport, Active Report Engine.

L'architecture de d'Oracle BAM voir (figure 1.11) supporte la supervision en temps réel des PMs en suivant des étapes déterminées : Un changement ou un événement se produit dans une application provoquant une notification ou l'envoi d'un message sur le noyau d'échange d'information. Le noyau d'échange d'information reçoit les notifications et messages et invoque le traitement déterminé. Le cache de données vives modifie son information au format de présentation des utilisateurs. Il notifie le gestionnaire d'événements et le générateur de rapport sur la modification réalisée. Le gestionnaire d'événement vérifie si certaines règles sont définies pour ce type de changement. Si une

règle existe, elle est invoquée et les actions correspondantes sont exécutées. Le générateur de rapport invoqué par le gestionnaire d'événement modifie les informations mises à jour à l'écran de l'utilisateur. En résumé, Oracle BAM propose une solution analytique de supervision en temps réels des PMs affichant les mesures relevées sous forme de rapport dans un navigateur Internet.

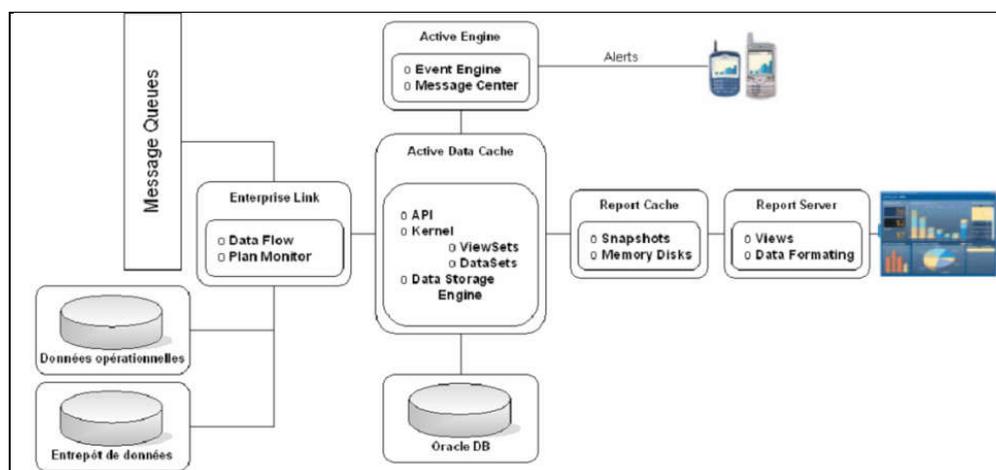


Figure 1.11. Architecture d'Oracle BAM [Oracle 2009].

Dans cette section nous citons quelques travaux qui proposent des systèmes et des architectures pour la supervision en utilisant le concept d'agent Chen *et al.* [Chen 2016] proposent un *système* de surveillance du réseau et de détection des menaces basé sur le cloud computing pour sécuriser les systèmes d'infrastructure critiques. Le système proposé se compose de trois composantes principales: agents de surveillance, infrastructure de cloud, et un centre d'opération. Natarajan *et al.* [Natarajan 2014], suggèrent une *architecture* multi-agents pour développer et déployer de tels systèmes de supervision de processus. Puisque, les usines chimiques modernes présentent une complexité de l'échelle, de la structure et de la dynamique. L'idée clé est que les descripteurs de processus utilisés pour développer les modèles de supervision sont également dynamiques. Les systèmes de supervision de processus pour ces processus devraient être flexibles, coopératifs, collaboratifs, extensibles et évolutifs. La mise en œuvre du système basé sur les agents est décrite et ses avantages sont démontrés à l'aide d'une étude de cas sur le pétrole et le gaz. Liang *et al.* [Liang 2015] fournit un *système* de fusion et de coordination multi-agent pour traiter l'identification des dégâts pour la distribution des contraintes et l'échec de l'articulation dans la grande structure. Tout d'abord, le système de surveillance est adopté pour surveiller de manière distributive deux types de dommages et il auto-juge si la charge statique se produit dans la sous-région surveillée et se concentre sur la charge statique sur

la limite de la sous-région pour obtenir l'information du réseau du capteur avec un modèle de tableau noir. Ensuite, le protocole net amélioré du contrat est utilisé pour distribuer dynamiquement le module d'évaluation des dégâts pour surveiller de manière ininterrompue deux types de dégâts. Enfin, une évaluation fiable pour l'ensemble de la structure est donnée en combinant divers classificateurs hétérogènes forts avec une fusion basée sur le vote. Le système multi-agent proposé est illustré à l'aide d'une grande expérience de la structure en plaque aéronautique en aluminium. Le résultat montre que la méthode peut considérablement améliorer les performances de surveillance pour la structure à grande échelle.

D'autres travaux ont fourni des techniques [Hildebrandt 2014] propose l'amélioration de la supervision du processus visuel avec l'ajout de *mécanismes* depuis une zone de sonification (la présentation des données à l'aide du son). Aussi, [Cabanillas 2014] développe une *technique* pour définir des modèles (patterns) d'alerte riches associés à des types de tâches spécifiques pour une supervision d'événement prédictif dans un système de GPM. Le travail de [Zhu 2016] met en évidence les aspects de modélisation et d'exécution de la localisation de GPM, c'est-à-dire régir et contraindre le flux de contrôle et le comportement de processus en fonction des contraintes basées sur la localisation. Il propose une modélisation de réseau Petri avec une extension, qui est formalisée au moyen d'un passage vers les réseaux de Petri colorés (Colored Petri Network). Alors que, Herzberg [Herzberg 2013], consistant à créer les *artefacts* de temps de conception requis qui sont nécessaires pour la supervision au moment de l'exécution et qui sont basés sur ces événements de transition d'état d'objet, ils pensent à l'activation et à la terminaison des activités et fournissent la base pour la supervision et l'analyse des processus en termes de grand journal des événements.

1.7.3 Synthèse

Dans la dernière partie de ce chapitre, nous avons souligné une classification des solutions de supervision en deux catégories: des travaux qui ont proposés des méthodes et d'autres travaux qui ont proposés des systèmes d'architectures, pour cela :

i) Nous remarquons que certaines méthodes ont proposés l'adoption des outils de modélisation des systèmes ou de comportement, mais ils souffrent de modéliser les interactions de leurs PMs. De plus le concept de stratégie métier c'est varié qu'il est

nouveau mais est il presque absent des plusieurs méthodes. En effet, notre méthodologie vis à intégrer ces concepts dans une seule solution unique et cohérente.

ii) Nous remarquons aussi que certaines architectures ont adoptés des concepts de réalisation des systèmes, sans prise en compte les besoins de PMs au sein d'une entreprise. Par ailleurs, le concept d'agent et d'agent mobile sont faiblement proposés dans des systèmes de supervision des PMs. En effet, notre architecture vis à exploiter les résultats de la méthodologie proposée dans une seule architecture de système SSIM.

Le tableau 1.1. Propose un récapitulatif et comparatif en respectant les critères suivants, que nous avons définis. Le complément de ce tableau par les deux contributions de notre approche globale, est placé dans la section 4.5 évaluation et discussion de chapitre quatre.

-Type des solutions de supervision: la première catégorie propose des méthodes, des approches ou des frameworks. La deuxième catégorie propose des systèmes, des architectures, des outils ou des techniques. - Concept utilisé : Ce sont les concepts intègres dans la solution de la supervision. - Domaine d'application : le domaine ou la solution a été appliquée.

Quelques travaux	Type des solutions de supervision		Concepts utilisés	Domaine d'application
	Méthode	Système		
[Briol 2008]	✓ (Méthodologie)		Sondes, Tableau de bord	-
[Fahland 2005]			BPEL4WS, AEF	-
[Aalst 2008]			BPEL4WS, RDP	-
[Benmerzoug 2009]			BPEL4WS, AUML	e-busines
[Ouaar 2016b]			BPEL4WS, BSC	Bancaire
[Saldivar 2016]	✓ (Approche)		WS, Tableau de bord de supervision	Remboursement des frais de voyage
[Baresi 2016]			Garde-Étape-Milestone	Bancaire
[Stavrou 2014]			Platform de supervision, Médias sociaux, Supervision psychosocial	Éducation
[Jahantigh 2016]			BSC, méthodes qualitatives, méthodes quantitatives	Compagnie pétrolière
[Rodriguez 2008]			BSC, Six sigma	Bancaire
[Lina 2014]			BSC, poids de performance, valeurs de norme	Réseaux
[Wu 2014]			BSC, RBV, TOE et IDT	-
[Lin 2014]			BSC, analyse, régression uni-variées	Santé

[Ouaar 2010]			BSC, MDA	Bancaire
[Abe 2014]	✓ (Framework)		Instances de processus, Métriques, Logs	-
[Asim 2014]			Filtrage des événements, corrélation des événements, Politique de sécurité prédéfinie	-
[Fernandez 2016]			Six Sigma, Modèles de simulation discrète	Bancaire
[Shen 2016]			BSC, variables linguistiques et l'intégrale floue non additive	Éducation
[Abo-Hamad 2016]			BSC, approche d'analyse de décision multicritère, simulations	Santé
[Vera-Baquero 2016]		✓ Architecture	Cloud, big-data, algorithme de corrélation	-
[Aris 2010]		✓ (Outil logiciel)	applet Java, BD en Microsoft SQL Server, Oracle, IBM B2, moteur d'extraction, serveur de processus	Ouvert
[Natarajan 2014]		✓ Architecture multi-agents dynamiques	Ontologie.	Usines chimiques
[Hildebrandt 2014]		✓ (Technique)	Sonification	-
[Cabanillas 2014]			Patrons d'alerte	-
[Zhu 2016]			Contraintes, localisation RDPC	-
[Herzberg 2015]			Artefacts de temps, événements de transition d'état d'objet, Logs	-
[Oracle 2009]		✓ (Plateforme)	Oracle, Tableaux de bord opérationnels, Tableaux de bord de supervision, SW, Oracle BPEL	Ouvert
[Chen 2016]		✓ System	Agent superviseur, cloud, big data	Supervision de réseaux Détection des menaces
[Liang 2015]		✓ Système distribué	Modèle de tableau noir, protocole net, fusion par vote, classificateurs	Réseau

			hétérogènes,	
--	--	--	--------------	--

Table 1.1. Synthèse de travaux de supervision étudiés.

Dans le cadre de cette thèse, notre travail comporte deux contributions qui couvrent les principales étapes à savoir l'analyse, la conception et la réalisation :

- L'analyse des besoins de l'entreprise de court et de longue échelle par la définition d'une stratégie métier (chapitre 2).
- La modélisation et la spécification de scénario permettant la coordination et la collaboration des PMs internes et externes à superviser grâce à un protocole d'interaction (chapitre 2).
- La spécification de rôle et de comportement entre agent comme une séquence des primitives d'un protocole de supervision dans un SMA (chapitre 3).
- La spécification de protocole de migration pour les agents mobiles (chapitre 3).
- L'implémentation d'un SSIM en appliquant ces contributions (chapitre 4).

1.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons premièrement, introduit le concept de PM ainsi que la stratégie métier. Deuxièmement, nous avons présenté le cycle d'ingénierie du GPM. Troisièmement, nous avons présenté les activités de cycle de supervision métier. Quatrièmement, nous avons exposé tous les concepts utilisés. Cinquièmement, nous avons expliqué l'agilité comme propriété à vérifier. Finalement, nous avons résumé une synthèse de différents travaux de recherche proches à notre solution. Tout au long de ces parties, nous avons fait des choix accompagnés de leurs justifications et qui se résument:

- Aux PMs internes ainsi que les PMs externes.
- À la supervisons métier comme une phase de supervision dans le cycle de GPM.
- Aux quatre activités de supervision : prise de mesures, édition de rapport, analyse et prise de décision.
- À la stratégie métier comme ensemble d'objectifs à réalisés, pour remplir le BSC.
- À la BSC comme méthode d'aide à la supervision métier, qui traduit la stratégie en plan opérationnel.
- Au langage BPEL4WS pour spécifier le protocole d'interaction.
- Au concept d'agent pour une meilleure coordination, collaboration et interopérabilité.
- Au concept d'agent mobile pour la prise des mesures dans des sites distants.
- À l'agilité comme propriété à vérifiée.

Dans le chapitre suivant nous proposons notre première contribution.

Chapitre 2:

Méthodologie de transformation de la stratégie métier et de modélisation de protocole d'interaction des PMS

2.1 Introduction

Dans ce chapitre nous nous intéressons à proposer une méthodologie permettant le paramétrage d'un system de supervision métier par deux types de fichiers un premier fichier relatif à la coordination et la collaboration qui se présentent par le protocole d'interaction sous forme d'un fichier XML extrait d'une spécification BPEL4WS, au deuxième fichier qui correspond à la stratégie métier de l'entreprise qui se représente aussi par un autre fichier XML d'une version étendue de BSC. Le développement de ce système nécessite une bonne maîtrise de ces paramètres et de tous les détails de leur utilisation.

Le but de ce chapitre est de proposer une «approche orientée Interaction et Stratégie» permettant :

i) l'exploitation de la stratégie métier pour une meilleure construction de tableau de bord destinée à la supervision des PMs. ii) La représentation de la coordination et la collaboration de ces PMs sous forme d'un protocole d'interaction pour une meilleure définition des primitives de communication, le concept des protocoles d'interaction nous a permis de définir aussi les contrats d'utilisation ou les interfaces de service autorisés qui doivent être invoqués dans les scénarios de communication des PMs. iii) L'importation de ces fichiers résultant pour le paramétrage d'un système de supervision métier.

A ce stade, la structure de notre méthodologie nous guide à intégrer la stratégie métier [Johnson 2014] avec le BSC [Kaplan 2016] dont la perspective « PM externe » est ajoutée, afin de l'ajustée à nos besoins. Nous avons aussi utilisé le formalisme graphique UML [OMG 2016] accompagné d'un autre formalisme textuel BPEL4WS [Papazoglou 2007] pour la spécification des interactions autorisées entre les différents PMs.

Dans ce chapitre, nous présentons au début l'objectif de notre travail, ensuite nous mentionnons les motivations d'adopter une telle approche, pour décrire les activités de supervision, par la suite fournir une présentation générale et une autre détaillée de framework proposé. Les motivations d'étendre la structure originale de BSC sont discutées à la fin de ce chapitre.

2.2 Objectifs

Suite au cycle d'ingénierie défini dans le chapitre 1 (section 1.3.2), qui est constitué de trois cycles : la modélisation, le déploiement et la supervision. Nous avons remarqué que la gestion de l'ensemble de coordination et de collaboration des PMs internes et externes d'une organisation sous forme d'interactions, est maîtrisée dans le cycle de supervision. Ce dernier manipule toutes les traces de ces interactions effectuées pendant l'exécution. Ces informations fournissent une source naturelle de mesures, qui doivent être exploitées pour produire les décisions convenables à chaque situation, ceci rend profit aux objectifs ciblés et permet même d'avoir un outil de prévision aux d'autres situations dans le futur.

L'objectif de notre travail est alors de présenter une méthodologie conceptuelle sous forme de deux processus parallèles:

- i) **Processus 1** : Intégrant la stratégie métier avec la méthode BSC, par l'ajout de la perspective **PM externe**.
- ii) **Processus 2** : Spécifiant la coordination et la collaboration des PMs internes et externes à superviser par un protocole d'interaction.

La principale tâche de cette méthodologie est d'avoir un paramétrage évolutif et indépendant aux composants de ce système.

La figure 2.1, présente notre vision qui permet de clarifier la position du système superviseur dans un environnement contenant des interactions des PMs internes et externes, interprétées par trois différents protocoles.

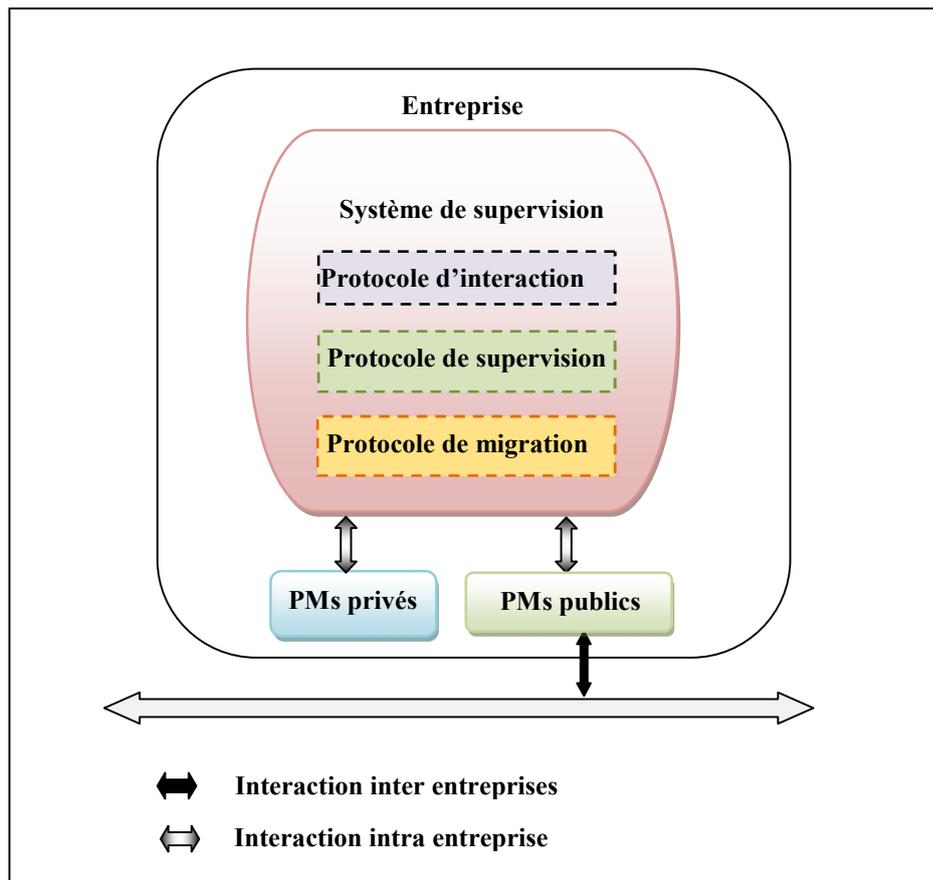


Figure 2.1. Position de supervision dans une entreprise.

2.3 Description général de l'approche globale

L'approche proposée est une intégration de deux contributions complémentaires, et a pour but de réaliser notre SSIM comme il est montré dans la figure 2.2. La description de chaque contribution est décrite brièvement dans la suivante section :

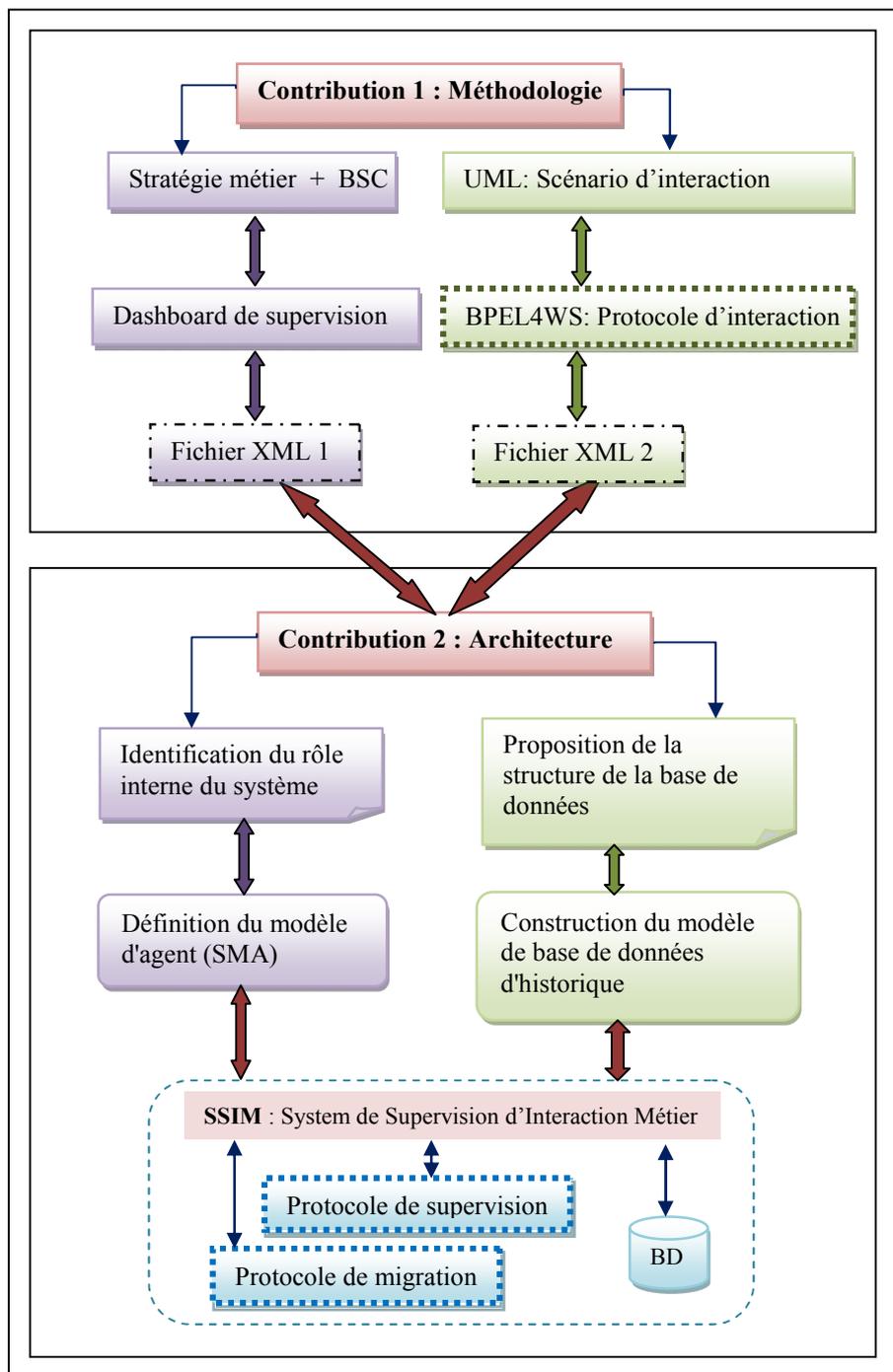


Figure 2.2. Structure en deux contributions de l'approche globale.

2.3.1 Spécification de la méthodologie

La méthodologie proposée, permet de générer deux types différents de fichier XML, destinés au paramétrage d'un SMA de supervision métier. Cette première contribution est découpée elle-même en deux parties parallèles, décrivent brièvement comme suit :

a) Première partie

- Stratégie métier et BSC : fournir à la fois, l'identification de la stratégie métier de l'entreprise, avec la construction de la nouvelle structure étendue de BSC, appelée Dashboard.
- Dashboard de supervision : élabore le Dashboard par le remplissage de toutes les données nécessaires comme les objectives, les mesures, les cibles et les initiatives, en respectant la structure étendue.
- Fichier XML 1 : transformer le Dashboard élaboré vers un fichier XML pour qu'il soit exploité comme un premier fichier de paramétrage.

b) Deuxième partie

- UML : modéliser toutes les interactions possibles autorisées de l'ensemble des PMs internes et externes à superviser par le diagramme UML, comme une séquence d'activités.
- BPEL4WS : spécifier le comportement coopératif de l'ensemble des PMs locales et publics du système par le BPEL4WS, pour fournir un protocole d'interaction.
- Fichier XML 2 : extraire le fichier XML du protocole d'interaction depuis la description WSDL, pour qu'il soit exploité comme un deuxième fichier de paramétrage.

2.3.2 Définition de l'architecture

a) Première partie

- Identification du rôle interne du système : à savoir quatre principaux rôles requis dans le système de supervision sont proposés ; un rôle pour le paramétrage, un rôle pour coordonner l'enchaînement des activités de supervision, un rôle pour collecter les mesures requises, et un rôle mobile à jouer pour la migration afin de prendre des mesures distantes.
- Définition du modèle d'agent : étudier la structure et le comportement des agents impliqués et proposer un meilleur model qui les relie.

b) Deuxième partie

- Proposition de la structure de la base de données d'historique: Cette base de données fournit une source de toutes les traces déjà mesurées. Elle fournit une manière souple

d'enregistrer et de restaurer les traces requises. Pour cette raison, il est nécessaire de spécifier une meilleure structure.

- Construction du modèle de la base de données d'historique : Un modèle est proposé qui reflète la structure du BSC étendu, pour associer quatre tables dans une seule base de données, qui sont respectivement: la table Perspective, la table Objective, la table Mesure et la table Trace.

2.3.3 Description de la solution globale

Trois sortes de protocoles se déroulent à l'intérieur de SSIM:

- **Protocole d'interaction**: il décrit l'ensemble des communications possibles entre les différents PMs du système par un fichier XML.
- **Protocole de supervision** : il représente les quatre activités de supervision sont représentées comme une séquence des messages échangés entre les différents agents du système, aussi entre la base de données Historique.
- **Protocole de migration** : il comporte deux phases complémentaires ; la phase d'activation du code de l'agent mobile pour le clonage et la phase de migration vers les destinations demandées.

2.4 Motivations

Notre but est de superviser les interactions des PMs locales et publics. Pour cela, l'orientation du développement de notre méthodologie depuis : la stratégie métier, BSC, UML et BPEL4WS est motivée par les raisons suivantes :

BSC: c'est une méthode visant à mesurer les activités d'une entreprise en termes de visions et de stratégies menées, en vue de donner aux managers une vision globale de la performance d'une entreprise. L'élément nouveau déterminant s'attache non seulement aux résultats financiers, mais aussi aux questions de contrôle et d'analyse qui améliore ces résultats, afin que les organisations se concentrent sur l'avenir et agissent dans leur meilleur intérêt à long terme. Le système du management stratégique force les gestionnaires à se concentrer sur des métriques qui mènent au succès. Nous avons aussi utilisé le BSC comme la structure de base de notre solution, puisque, c'est une méthode permettant de :

* Proposer une dimension bien plus globale du pilotage en définissant un cadre rigoureux d'élaboration de la stratégie et une méthodologie pour la décliner sur le plan opérationnel.

- * Aligner les points de vue de l'organisation avec les métiers et les unités de support à travers les trois domaines suivants: stratégie, objectifs et mesures.
- * Présenter des valeurs d'indicateurs suivant une périodicité donnée, pour situer l'état de performance et de fonctionnement et décider les actions de réglage (ajustement).
- * Fournir une source des métriques, indicateur et des valeurs ciblées. Et la publication des rapports.
- * Traduire la stratégie en exécution comme un système de gestion de la performance.
- * Présenter une nouvelle façon pour superviser la performance d'une entreprise pour mesurer le succès passé et fixer des objectifs de la future.

UML : langage de représentation graphique, permet de définir un modèle abstrait d'interaction entre collaborateurs participant à une activité de l'entreprise, voire entre une organisation et ses partenaires.

BPEL4WS : langage de composition de SW permettant de définir des PMs et de décrire les interactions entre leurs services. Il décrit ces interactions à travers un plan en spécifiant les flots de contrôle entre les services partenaires et les dépendances des données entre plusieurs PMs. Ce langage permet aussi de :

- * Fournir une définition de spécification de collaboration et de coordination, il décrit les interactions entre les SW qui composent un PM. Il est fort portable qu'il s'impose comme standard de base pour la composition des SW.
- * Rendre flexible les modifications des spécifications sans perturber le système en cours.
- * Avoir un comportement coopératif des PMs résultants d'un modèle d'interaction BPEL fixé au préalable par le concepteur du système. En effet, l'exploitation de ce modèle au moment d'exécution est une tâche indispensable. Ce modèle permet de coordonner les PMs (qui sont décrits dans ce modèle) pour atteindre un objectif commun.

Le tableau 2.1, résume les motivations les plus pertinentes :

Concept utilisés	Motivations
BSC	Mesure les activités d'une entreprise en termes de visions et de stratégies menées, en vue d'envisager aux managers la performance d'une entreprise. Propose une dimension bien plus globale au pilotage de la stratégie de l'entreprise. Fournit une source des métriques, indicateur valeurs ciblées.
UML	Définit un modèle abstrait d'interaction entre collaborateurs participant à une activité de l'entreprise. Concevoir l'interaction comme séquence d'activités.
BPEL4WS	Définit des PMs et décrit les interactions entre leurs services. Propose une spécification graphique et autre textuel en XML (WSDL).

Table 2.1. Motivations d'adopter des concepts dans la méthodologie.

2.5 Différentes activités d'un cycle de supervision

Les entreprises actuelles disposent des services personnels invisibles par les autres entreprises, dites locales, et d'autres visibles et réutilisables, dites publiques. Chaque PM peut interagir localement ou via l'extérieur pour qu'il puisse achever ses activités, mais sous le contrôle de superviseur qui garantit une maîtrise totale de ces PMs locaux ou publics.

Inspirant de cycle d'ingénierie proposé dans le chapitre 1 (section 1.3.2), nous avons choisi d'adopter dans notre approche son troisième cycle qui concerne la supervision, et qu'il propose quatre activités principales : prise de mesures, édition rapport, analyse et prise de décision. La figure 2.3, illustre clairement notre propre vision pour positionner la séquence de ces activités avec la direction et avec un environnement d'interaction des PM interne (locaux) et externe (publics).

Dans notre cas, cette séquence doit être réalisée comme un protocole de supervision en respectant le concept d'agent, qui sera décrit au cours de chapitre suivant.

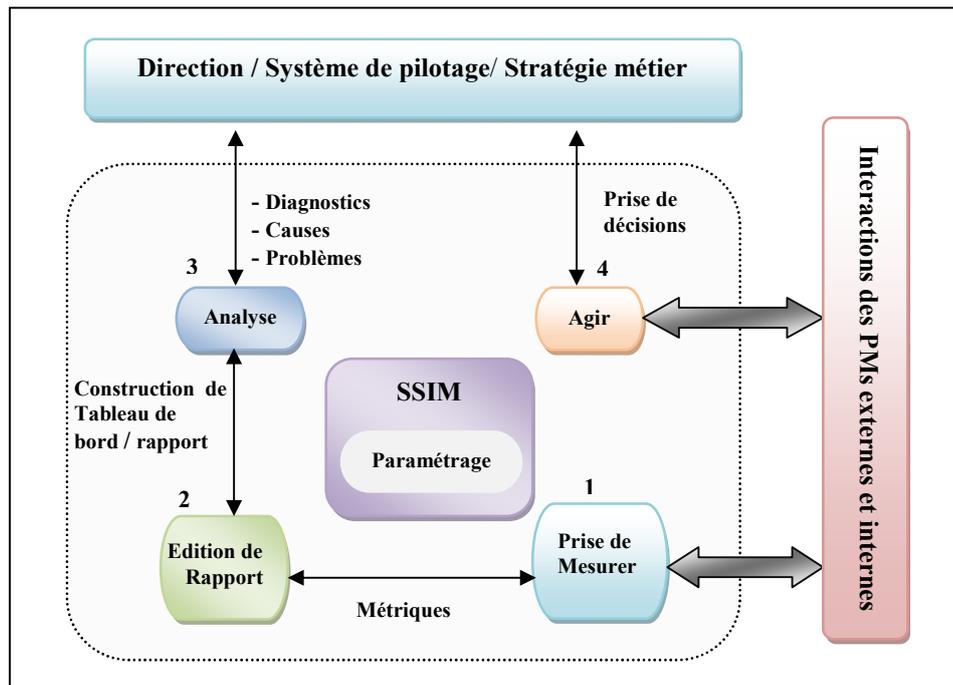


Figure 2.3. Activités de supervision dans son environnement.

Nous proposons que le processus superviseur suive le scénario suivant et qui sera transformé comme une séquence de primitives d'un protocole (voir chapitre 3) :

- a) **Prendre des mesures** : en premier lieu pour toute nouvelle interaction apparue ou après un cycle de temps, il faut prendre des mesures pour les référencées, les stockées et calculer par la suite des métriques (KIP) à partir de ces mesures.
- b) **Editer les rapports** : construire les rapports les plus convenables afin de remplir le tableau de bord de supervision.
- c) **Analyser les résultats** : se fait par la comparaison des mesures prises avec ceux attendus, pour trouver les valeurs des écarts, afin d'extraire : les problèmes reconnus, les causes possibles et les diagnostics nécessaires.
- d) **Agir en action** : c'est l'étape de la prise de décision selon l'analyse en trois niveaux: i) Ajuster les stratégies propres à l'entreprise : c'est aligner les stratégies avec la situation actuelle, par l'équipe de direction. ii) Remodeler quelques structures des PMs : c'est redéfinir les processus hors contexte par l'équipe informatique. iii) Intervenir directement, en cas d'urgences sur des processus en cours d'exécution : c'est en temps réel ou en ligne, par des interruptions ou déclenchements des alertes.

2.6 Aperçu de la méthodologie proposée

Dans un premier temps, nous avons élaboré une méthodologie [Ouaar 2016a] pour développer un système de supervision métier. Cependant, cette méthode était très simple et elle souffre de plusieurs insuffisances, mais elles sont résolues dans une nouvelle solution [Ouaar 2017]. Le tableau 2.2 résume ce passage.

Problèmes dans l'ancienne méthodologie [Ouaar 2016a]	Solution dans la nouvelle approche [Ouaar 2017]
Fonction de Paramétrage non définie	Fonction de Paramétrage affectée à l'agent de paramétrage (dans l'architecture)
Fichiers de Paramétrage incohérents	Fichiers de Paramétrage en XML (dans la nouvelle méthodologie)
Coordination et Collaboration absentes	Coordination et collaboration réalisées par le protocole d'interaction (dans la nouvelle méthodologie)
Mobilité nom considérée pour prendre des mesures à partir des destinations éloignées	Activité de prise de mesure est affectée aux agents mobiles, en respectant le protocole de migration (dans l'architecture)
Abstraction de fonctionnement du système conçu	Description d'un protocole de supervision (dans l'architecture)
Abstraction de structure du système conçu	Implémentation d'un SSIM à base d'agent (dans l'architecture)
Couverture simple de trois phases de développement analyse, conception et réalisation	Couverture cohérente des phases d'analyse, de conception globale et de conception détaillée (dans la nouvelle méthodologie) Couverture efficace du phase de réalisation (dans l'architecture)

Table 2.2. Améliorations apportées dans la nouvelle approche.

2.6.1 Description globale

La nouvelle méthodologie décrite deux processus parallèles couvrant la phase d'analyse et de conception, comme il est montré dans la figure 2.4, et sont expliquées en détail dans la prochaine section.

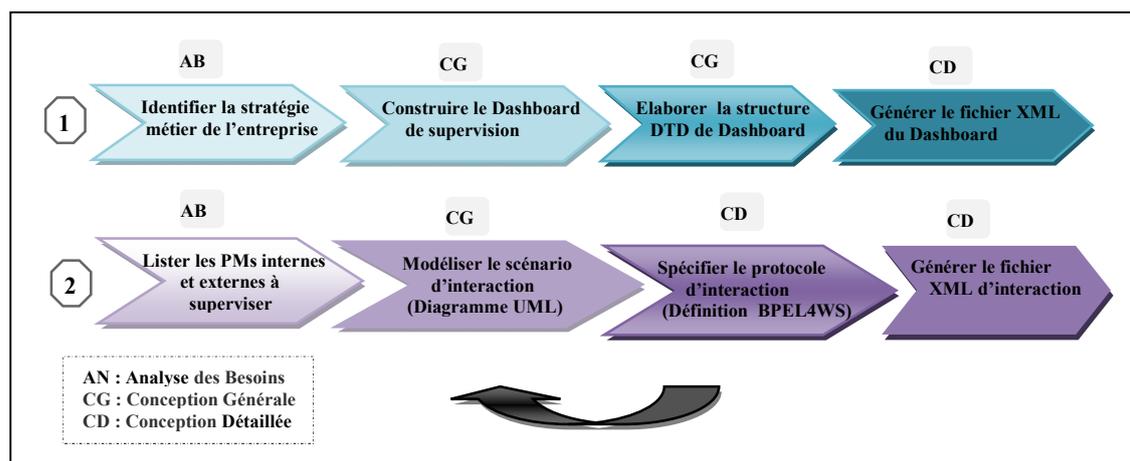


Figure 2.4. Processus et phases de la nouvelle méthodologie.

2.6.2 Processus1 : Identification de la stratégie métier pour construire le nouveau BSC

Ce premier processus est composé de quatre activités séquentielles :

- a. **Identifier la stratégie métier de l'entreprise** : cette activité couvre la phase d'Analyse des Besoins. Le conseil d'administration se réunit pour cibler une stratégie métier qui reflète le potentiel de l'entreprise dans une période déterminée. La stratégie de l'entreprise est une ligne directrice d'entrée qui définit les actions coordonnées de la politique, menant à la réalisation des objectifs globaux dans un terme défini. La stratégie est très importante dans notre approche puisqu'elle présente la brique de base à la construction de BSC, cette phase étudie également l'environnement de l'entreprise afin d'extraire les contrats des PMs à superviser internes et externes. Dans cette phase, nous définissons également le format des rapports, et le style du tableau de bord de supervision, en respectant le niveau hiérarchique des usagers. À ce stade aussi, nous devons également fixer le degré d'alertes possibles, les types de notifications et les causes déclenchant.
- b. **Construire le Dashboard du supervision** : nous avons appelé la nouvelle structure de BSC, par le Dashboard de supervision, cette activité couvre la phase de Conception Générale. Le but de cette étape est de construire un nouveau BSC spécialisé dans la supervision de l'interaction des PMs publics et privés au sein d'une entreprise, comme montre la table 2.3, où la ligne colorée montre la nouvelle perspective ajoutée:

Types de perspectives	Nature (originale ou nouvelle)
1-Perspective Financière	{Structure originale}
2- Perspective Client	{Structure originale}
3- Perspective Processus métiers Interne	{Structure originale}
4- Perspective Processus métiers Externe	{Perspective nouvelle ajoutée}
5-Perspective Apprentissage et de croissance	{Structure originale}

Table 2.3. Nouvelle structure de Dashboard de supervision.

Pour construire le Dashboard, il faut tout d'abord étendre la structure de BSC qui consiste à ajouter une cinquième perspective dans sa structure originale, est celle du **PM public ou externes**. Cette nouvelle perspective permet à l'entreprise d'envisager sa stratégie sur l'état de leur PMs opérationnels collaboratifs ou externes, non seulement sur l'état de leur PMs internes, car actuellement les entreprises publient certains services à l'extérieur à travers les SW.

Par la suite, construire le nouveau BSC afin d'identifier les objectifs généraux de l'entreprise pour chaque dimension: financière, client, PM interne, PM externe et apprentissage/croissance. Pour chaque objectif stratégique, nous devons proposer les mesures/métriques/KIP possible, lister les cibles voulues et finalement proposer les initiatives à prendre.

c. Elaborer la structure DTD de Dashboard : cette activité couvre la phase de Conception Générale. La figure 2.5 montre la structure en DTD (**Document Type Definition ou Définition de Type de Document**) de notre BSC. C'est un document permettant de décrire un modèle de document XML. Le modèle est décrit comme une grammaire de classe de documents. Grammaire parce qu'il décrit la position des termes les uns par rapport aux autres, classe parce qu'il forme une généralisation d'un domaine particulier, et document parce qu'on peut former avec un texte complet.

```

<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<! ELEMENT BSC (Perspective) >
<! ATTLIST BSC entreprise _name CDATA # REQUIRED>
<! ELEMENT Perspective (Financial, Customer, Private_processes,
Public_processes, Learning_growth) + >
<! ELEMENT Strategy (Objectives) + >
<! ELEMENT Objectives (Measures +, Targets +, Initiatives *) >
<! ELEMENT Measures (#PCDATA) >
<! ELEMENT Targets (#PCDATA) >
<! ELEMENT Initiatives (#PCDATA) >
<! ELEMENT Financial (Strategy) >
<! ELEMENT Customer (Strategy) >
<! ELEMENT Private_processes(Strategy) >
<! ELEMENT Public_processes (Strategy) >
<! ELEMENT Learning_growth (Strategy) >
    
```

Figure 2.5. Structure DTD de Dashboard de supervision.

d. **Générer le fichier XML du Dashboard** : cette activité couvre la phase de Conception Détaillée. C'est le résultat souhaité afin de fournir un format sérialisé et standard de *dashboard* de supervision, pour quelle soit exploité pendant la phase de mise en œuvre. La structure de ce premier fichier de paramétrage est décrite dans figure 2.6 :

<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?> <!DOCTYPE BSC (View Source for full doctype...)> < nom_entreprise ="BANQUE"> < perspectives > < Financière >< Stratégie > < objectifs > < mesures ></ mesures > < cibles ></ cibles > < initiative ></ initiative > </ objectifs > </ Stratégie > </ Financière > < Client >< Stratégie > < objectifs > < mesures ></ mesures > < cibles ></ cibles > </ Stratégie > </ Client > </pre>	<pre> < processus_Privé >< Stratégie > < objectifs > < mesures ></ mesures > < cibles ></ cibles > < initiative ></ initiative > </ objectifs > </ Stratégie ></ processus_Privé > < processus_Public >< Stratégie > < objectifs > < mesures ></ mesures > < cibles ></ cibles > < initiative ></ initiative > </ objectifs > </ Stratégie ></ processus_Public > < Apprentissage_croissance >< Stratégie > < objectifs > < mesures ></ mesures > < cibles ></ cibles > </ objectifs > </ Stratégie ></ Apprentissage_croissance > </ perspectives > </pre>
---	---

Figure 2.6. Structure XML de Dashboard de supervision.

2.6.3 Processus 2 : Spécification de protocole d'interaction

Ce deuxième processus est composé aussi en quatre activités séquentielles :

- a. **Lister les PMs internes et externes à superviser** : cette activité couvre la phase d'Analyse des Besoins, elle permet d'identifier les PMs publics et prives et définis, aussi leurs contrat d'utilisation afin de spécifier les accès autorisés.
- b. **Modéliser le scénario d'interaction (Diagramme UML)** cette activité couvre la phase de Conception Générale. Pour modéliser le comportement dynamique des PMs internes et

externes à superviser. Les diagrammes UML d'activité sont utiles pour sa modélisation, dont ils sont appelés à détailler les séquences impliquées en tant qu'activités. Cette représentation graphique permet de lire facilement le comportement et de fournir une source de documentation. Ils fournissent une certaine souplesse de manipulation et de raffinement. La représentation résultante montre l'interaction d'un point de départ à un point d'arrivée, détaillant les nombreux chemins de décision qui existent dans la progression des événements contenus dans l'activité. Pour élaborer ce diagramme nous avons utilisé l'outil logiciel suivant :

ArgoUML [Wikipédia 2017a] est un logiciel libre de création de diagrammes UML. Programmé en Java, il est édité sous licence EPL 1.0. Il est multilingue, supporte la génération de code et l'ingénierie inverse. La génération de code à partir de diagrammes de classes est supportée dans les langages suivants : Java, C++, PHP, C# et SQL.

- c. **Spécifier le protocole d'interaction (Définition BPEL4WS)** cette activité couvre la phase de Conception Détaillée. Le comportement coopératif de chaque PM à superviser est spécifié avec une conception graphique accompagnée d'une description XML en WSDL. Le BPEL4WS définit des PMs et décrit les interactions entre autres activités des services à travers un plan, en spécifiant les flots de contrôle entre les services partenaires et les dépendances des données entre plusieurs PMs.

Le BPEL4WS propose des activités basiques et des activités structurées (voir chapitre 1 section 1.5.2). La Table 2.4 ci-dessous les résume.

Balise	Rôle
<invoke>	Pour invoquer une opération dans un service web
<receive>	Pour attendre un message d'une source externe.
<reply>	Pour répondre à une source externe.
<wait>	Pour attendre un certain temps.
<assign>	Pour copier les données d'une place à l'autre.
<throw>	Pour lancer une erreur d'exécution.
<terminate>	Pour terminer l'instance de service en entier.
<empty>	utile pour la synchronisation des activités parallèles.

Table 2.4. Les activités basiques de BPEL4WS [Eclipse 2017].

La Table 2.5 ci-dessous résume les activités structurées.

Balise	Rôle
<sequence>	Pour définir un ordre d'exécution.
<switch>	Pour l'acheminement conditionnel.
<while>	Pour les boucles.
<pick>	Pour attendre l'arrivée d'un événement.
<flow>	Pour l'acheminement parallèle.
<scope>	Pour regrouper les activités afin qu'elles soient traitées par le même.
<compensate>	Pour invoquer les activités de compensation par le gestionnaire d'erreur, pour défaire l'exécution déjà complétée d'un regroupement d'activité.

Table 2.5. Les activités structurées de BPEL4WS [Eclipse 2017].

Aussi pour manipuler le BPEL4WS, nous avons utilisé les outils logiciels suivants :

Eclipse [Eclipse 2017]: la plate-forme Eclipse est structurée comme des sous-systèmes qui sont mis en œuvre dans un ou plusieurs plug-ins.

Apache Tomcat : est un conteneur libre de servlets et JSP Java EE.

Serveur Apache ODE : Apache Orchestration Director Engine (ODE) est un serveur qui exécute des PM écrits conformément à la norme BPEL4WS.

d. Générer le fichier XML d'interaction: cette activité couvre la phase de Conception Détaillée. C'est le résultat souhaité afin de fournir un format sérialisé et standard de *protocole d'interaction*, pour quelle soit exploité pendant la phase de mise en œuvre.

2.7 Motivations de l'extension de la structure originale de BSC

La méthode BSC propose la conception des processus de pilotage. Après une analyse de notre domaine de recherche, et selon les exigences demandées, et grâce à une étude des outils de modélisations et de pilotages disponibles, nous avons proposé dans notre contribution d'ajouter comme nouvelle perspective pour les PMs publics, pour qu'elle puisse répondre à nos objectifs, afin d'offrir un nouveau modèle de **BSC**. En effet, actuellement, les entreprises et leurs PMs sont de plus en plus dynamiques, distribués et complexes. Ainsi, même un PM simple peut provoquer des transactions commerciales à travers les limites de nombreuses unités commerciales et déclencher des interactions de plusieurs applications internes et même externes [Barjis 2007]. Cette extension est de fournir aux entreprises modernes une façon d'examiner leur stratégie et l'état de leurs PMs

publiés. En conséquence, les entreprises doivent ajouter aussi dans leur stratégie la situation des PMs collaboratifs. La table (2.6), montre une étude comparative entre les deux versions de BSC associées par les motivations nécessaires:

BSC version Originale	BSC version Améliorée	Nécessité de chaque perspective dans le SSIM
Perspective « Financière »	Perspective non modifiée	Permet de s'avoir comment nous perceivent les actionnaires? Autrement dit: Quels sont les attentes des actionnaires en matière de performance financière ?
Perspective « Client »	Perspective non modifiée	Permet de s'avoir comment nous perceivent nos clients? Autrement dit: Comment doit-on créer de la valeur au sens du client pour atteindre les objectifs financiers ?
Perspective « Processus métiers interne»	Perspective non modifiée	Permet de s'avoir quels sont les PMs internes, clés de la réussite ? En d'autres termes: Quels sont les PMs qui méritent nos "soins" de tous les instants pour satisfaire les clients et actionnaires ?
Perspective « Processus métiers externe»	Perspective nouvelle ajoutée	Permet de s'avoir quelles sont les moyennes pour une exploitation optimale des PMs publiques? comment améliorer les services publiés pour une meilleure performance ?
Perspective « Apprentissage et croissance »	Perspective non modifiée	Permet de savoir comment organiser notre capacité à progresser? que sont les personnes, systèmes et culture pour améliorer les processus critiques ?

Table 2.6. Motivations d'étendre la structure de BSC.

2.8 Conclusion

Afin de superviser les interactions des PMs internes et externes dans une entreprise, ce travail est consacré à la réalisation d'une nouvelle méthodologie qui répond à cette exigence sous forme de deux processus parallèles.

Le premier processus de cette méthodologie exploite les avantages de la méthode BSC par l'ajouter une cinquième perspective, ainsi la stratégie métier qui montre un effet puissant pour être intégré dans la construction de notre nouveau BSC.

Le deuxième processus de cette méthodologie propose l'élaboration d'un protocole d'interaction, qui exploite les standards d'UML pour présenter le scénario de coordination et de collaboration entre l'ensemble des PMs internes et externes, en utilisant le diagramme d'interaction d'UML. Ce processus, propose un protocole d'interaction qui utilise le standard BPEL4WS pour modéliser le comportement coopératif de ces PMs.

Le chapitre suivant présente notre architecture de supervision métier afin de permettre aux agents de pouvoir exploiter le protocole d'interaction et le Dashboard de supervision comme des fichiers XLM de paramétrage au sein d'un SMA, et de proposer deux autres protocoles.

Chapitre 3 :

Architecture basée agent pour la supervision des PMS

3.1 Introduction

Les SMAs offrent de nombreux avantages pour la conception et le contrôle des systèmes complexes. Cependant leur développement reste difficile. Les difficultés de développement inhérentes aux SMAs, sont la conséquence de la diversité et de la complexité des concepts d'agent et des mécanismes de coordination, d'interaction, d'organisation, etc. Cette complexité fait que l'utilisation de la plupart des outils et des plates-formes existants est difficile aux non-spécialistes en multi-agents [Jarraya 2006].

Dans ce chapitre nous nous intéressons aux SMAs dont la coordination et la collaboration se base sur le protocole d'interaction défini dans le chapitre précédent et sur le protocole de supervision et le protocole de migration définis dans ce chapitre. Le développement de ce SMA nécessite une bonne maîtrise de ces protocoles, de tous les détails et de leur utilisation. Le développeur doit connaître le langage de communication à utiliser, tel que FIPA-ACL, l'enchaînement des messages et la spécification de leur contenu. De ce fait, l'implémentation de ces protocoles est complexe, de même pour l'implémentation des agents qui les utilisent.

Cette problématique nous a conduit à concevoir et à implémenter une architecture basée agent pour la supervision des PMs. Cette architecture inclue les deux fichiers de paramétrage, la base de données d'historique, le protocole de supervision, le protocole de migration. Nous proposons par la suite la structure et le comportement de chaque agent.

Ce chapitre est dédié à la présentation de notre architecture pour réaliser un SSIM. Pour se faire, nous commençons dans la deuxième section par citer les motivations de l'approche agent. Pour exposer dans la troisième section une description de notre architecture. La quatrième section est consacrée pour élaborer la structure de la base de données historique. Ensuite, nous présentons dans la cinquième section les structures internes des différents agents impliqués, ainsi que leurs rôles et leurs comportements dans le processus de supervision. La sixième section décrit le fonctionnement de système le comportement des différents agents dans le système. Pour décrire l'enchaînement des primitives de deux types de protocole: de supervision et de migration dans la septième section. Une discussion succincte est proposée dans la huitième section. Nous terminons le chapitre par une conclusion récapitulative.

3.2 Motivations de l'approche agent

La technologie multi-agents a attiré davantage d'attention grâce à l'évolution d'Internet qui intègre une infrastructure représentant une organisation d'espace dans laquelle des agents autonomes opèrent et interagissent les uns avec les autres [Papazoglou 1999]. En effet, l'orientation du développement de notre architecture de supervision vers l'approche agent est motivée par les points suivants :

- La cohérence établie entre le concept PM et celui de SMA ; puisque le PM est vu comme ensemble des entités autonomes, géographiquement dispersés et voulant coopérer pour réaliser un but commun. Ce que répond fortement l'approche agent.
- L'exécution efficace des PMs externes à travers un système de supervision métiers exigent des prises de mesures depuis des sites éloignés. Cela peut être matérialisé à l'aide de la notion d'agent *mobile*.
- L'introduction de paradigme d'agent dans le domaine supervision métiers permet de bénéficier d'une nouvelle solution. Par exemple, pendant la *coordination* des PMs dans laquelle il est nécessaire de distribuer des tâches, montre le besoin de certaines caractéristiques du SMA tel que le besoin de communication, de négociation et de collaboration. Ce qui porte les SMAs.
- L'infrastructure de SMA est un ensemble de services, de convention et de connaissances supportant les interactions sociales complexes des agents. La *coordination*, le *paramétrage* et la *collecte* d'état des PMs internes et externes sont des problèmes critiques pour la supervision métier. Néanmoins, ils peuvent trouver des solutions acceptables dans une approche multi-agent, en affectant ces rôles aux différents agents.
- Une approche multi-agent fournit une bonne solution pour la mise en œuvre du scénario de supervision métier,

La Table 3.1, résume l'essentiel de ces motivations, dans notre cas, il s'agit de proposer quatre rôles d'agent : paramétrage, coordinateur, collecteur et mobile, comme suit:

Type d'agent	Motivations v&v le système de supervision
Agent de Paramétrage	<p>Le système de supervision contient des fichiers importants de paramétrage sous différent format, et qu'il nécessite une mise à jour fréquente.</p> <p>Le besoin d'un intermédiaire entre les activités de supervision avec l'interface homme machine (IHM) d'un tel système de supervision.</p> <p>Les résultats de supervision envisagés comme des tableaux de bord doivent respecter les niveaux et le profil de chaque utilisateur.</p>
Agent Coordinateur	Le noyau de système de supervision est un ensemble de tâches déroulantes pour réaliser un but, avec un contrôle centralisé.
Agent Collecteur	La prise et la collecte des mesures depuis des sites éloignés ou locales est une des activités les plus importantes dans un système de supervision.
Agent Mobile	Les entreprises modernes publient certains PMs vers l'extérieur, de plus, elles contiennent aussi des PMs sortant qui déclenchent leurs exécutions à l'extérieur de l'entreprise, ou autres entrants qui complètent leurs exécutions à l'intérieur de l'entreprise.

Table 3.1. Motivations adopter l'approche agent dans le système de supervision métier.

3.3 Description de système de supervision

Généralement, une architecture exprime la structure fondamentale du système à analyser et à concevoir. L'architecture définit un ensemble de composants fonctionnels, des sous-systèmes ou de modules décrits en termes de leurs comportements et interfaces [Vander2003]. Elle définit aussi comment ces composants interagissent et comment ils doivent être interconnectés pour accomplir correctement les buts du système. Ainsi, une description architecturale est principalement requise pour la spécification de la structure du système.

3.3.1 Aperçu global de l'architecture proposée

L'architecture de supervision que nous proposons dans ce travail propose la construction d'un SMA spécialisé dans la supervision métier, constitué d'une collection d'agents cognitifs et une base de données d'historique. Cette architecture est décomposée en deux niveaux complémentaires: Niveaux de stratégie et niveaux de supervision multi

couche. La Figure 3.1, présente cette description architecturale, et la section qui la suite l'explique en détaille:

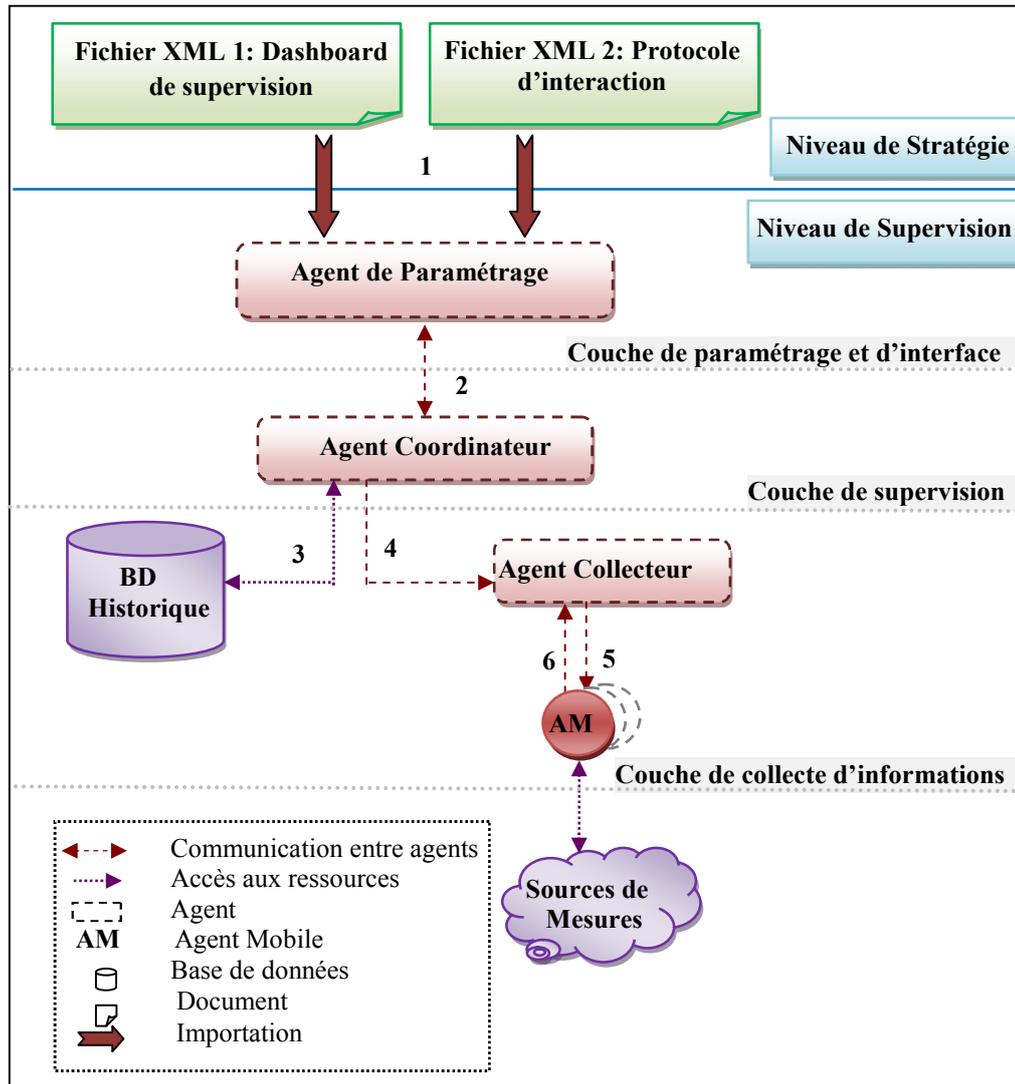


Figure 3.1. Architecture de système SSIM.

3.3.2 Description de l'architecture a deux niveaux

La présente section explique en détail tous les composants des deux niveaux de l'architecture :

a. Niveau de stratégie

Ce niveau exploite les deux fichiers résultant de la méthodologie qui a été présenté dans le chapitre 2, comme des ressources à importer pour le paramétrage de notre SSIM:

Dashboard de supervision : en format XML ;

Protocole d'interaction : en format XML ;

b. Niveau de supervision

Dans ce niveau, la société d'agents est composée de l'agent de paramétrage (AP), l'agent coordinateur (AC), l'agent collecteur (AL) et l'agent mobile (AM). Elle est définie en trois couches :

- **Couche de paramétrage et d'interface** : comporte l'agent de paramétrage, c'est le lien entre cet agent avec l'interface graphique (IHM) de l'utilisateur.
- **Couche de supervision** : comporte l'agent coordinateur, qui interagit avec tous les autres agents afin de réaliser les activités de supervision.
- **Couche de collecte d'informations** : comporte deux types d'agents le collecteur et l'agent mobile, le rôle de cette couche est de faire le lien entre la tâche de coordination, les activités de la prise de mesures requises, l'invocation des agents mobile et la collecte des mesures prises.

De plus, ce système propose la base de données d'historique comme ressource. Ce dernier fournit une source de toutes les traces de mesures surveillées et permet la sauvegarde, la restauration de ces traces. Cette représentation est clarifiée en utilisant le diagramme de classes d'UML, comme présenté dans la Figure 3.2.

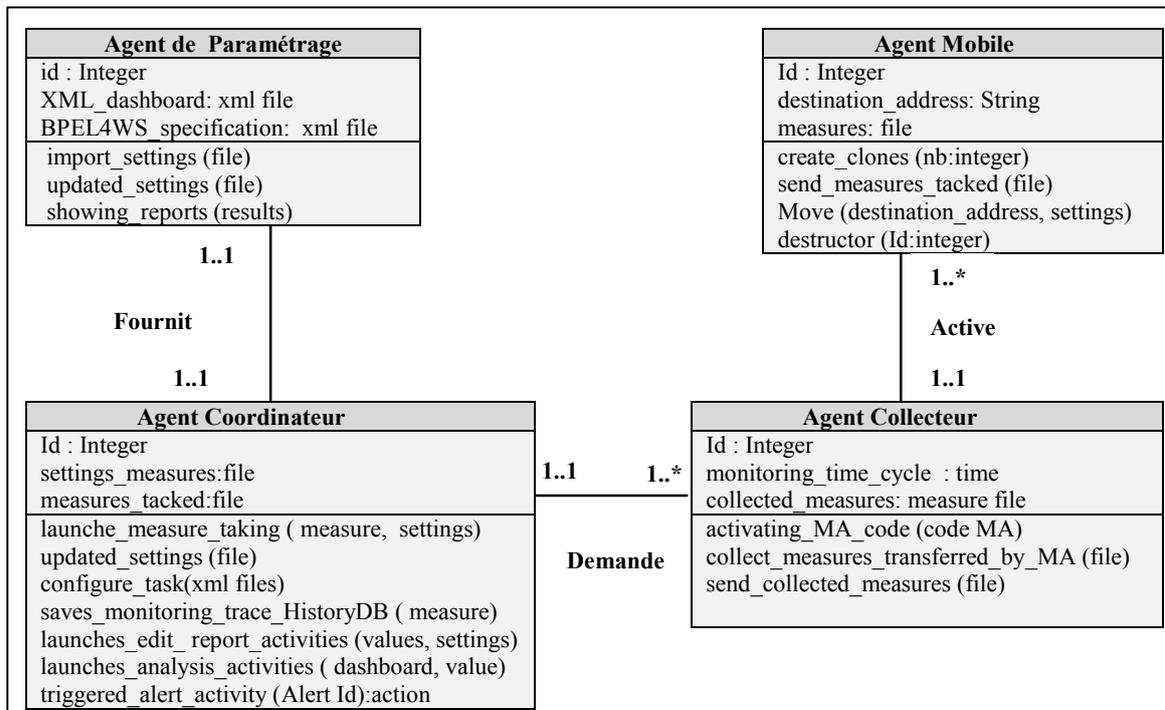


Figure 3.2. Structure du système multi-agent de supervision.

3.4 Structure le la base de données historique

Cette base de données fournit une source priciouse de toutes les traces de mesure déjà collectées. Elle fournit une manière flexible d'enregistrer et de restaurer toutes les traces requises. Dans notre architecture cette structure est accessible par l'agent coordinateur (lien 3 sur la figure 1) pour rend prifit aux analyste dans la prise de decision. Pour cette raison, il est nécessaire de spécifier la meilleur structure. La figure 3.3 représente le modèle conceptuel de la base de données d'historique.

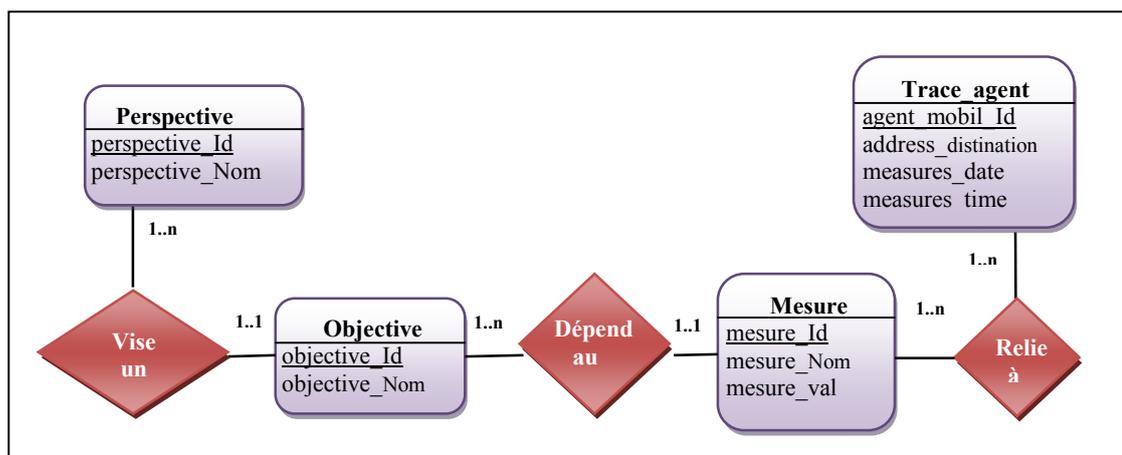


Figure 3.3. Modèle conceptuel de la base de données historique.

Le modèle de mise en œuvre est décrit par les relations suivantes:

- **Perspective:** <perspective_Id: entier, perspective_Nom: chaîne de caractère>.

perspective_Id: code de perspective du Dashboard de supervision.

perspective_Nom: nom de perspective tel que: Financial, client, PM interne, PM externe, apprentissage et croissance.

- **Objectif:** <objectif_Id: Entier, objectif_nom: Chaîne de caractère >

objective_Id: code objectif contenant dans une telle perspective.

objectif_nom: nom de l'objectif.

- **Mesure:** <mesure_Id: Entier, mesure_name: Chaîne de caractère, mesure_val: réel>

mesure_Id: code de mesure. Chaque objectif peut fournir diverses mesures.

mesure_name: nom de la mesure.

mesure_val: la valeur de la mesure, qui contiendra les informations.

- **Trace_agent:** <agent_mobil_Id: Entier, address_distination: Chaîne de caractère, mesures_date: Date, mesures_time: Time>

agent_mobil_Id: identifiant de l'agent mobile qui prend cette mesure.

address_distination: l'adresse de destination de la source de mesure prise par cet agent mobile.

mesure_date: la date de la mesure prise.

mesure_time: le temps de la mesure prise.

3.5 Structure et rôles et des différents agents

Afin d'étudier la structure et le rôle des agents impliqués dans notre SSIM, un modèle a été proposé lorsqu'il est possible de modifier la structure de l'un indépendamment des autres. Cette représentation utilise le diagramme de classes UML de la Figure 3.2. Dont la description détaillée des quatre agents est fournie dans le paragraphe suivant:

3.5.1 Agent de Paramétrage: Il gère la communication et le paramétrage entre le SSIM et ses utilisateurs ; administrateur, directeur, gérant, etc. (lien 1 sur la figure 3.1). La structure de cet agent est spécifiée comme suit:

- Module de communication: il reçoit et envoie des messages à l'AC (lien 2 sur la figure 3.1).
- Module de gestion d'Interface : en utilisant une interface graphique qui permet à l'administrateur système d'importer et de mettre à jour tous les différents types de fichier de paramètres pour configurer le système de supervision, tels que les fichiers XML du Dashboard de supervision et les spécifications BPEL4WS de protocole d'interaction, aussi les profils des utilisateurs. À la fin d'un cycle de supervision, ce module affiche également des rapports avec la vue utilisateur la plus pertinente et gère les alertes ou les notifications nécessaires.
- Bibliothèque des interactions de supervision: elle contient toutes les spécifications BPEL4WS des PMs à superviser (le fichier XML1 de la méthodologie).
- Table de Dashboard : il contient la stratégie métier en tant que fichier XML du tableau Dashboard de supervision (le fichier XML2 de la méthodologie).

- Base de données de profil utilisateur: elle contient toutes les configurations des profils de l'utilisateur.
- Table des Résultats de supervision: où réside le contenu des rapports d'un cycle de supervision, qui sera affiché par le module de gestion d'Interface.

La figure 3.4, présent la structure et la séquence des messages échangés de chaque composant de cet agent :

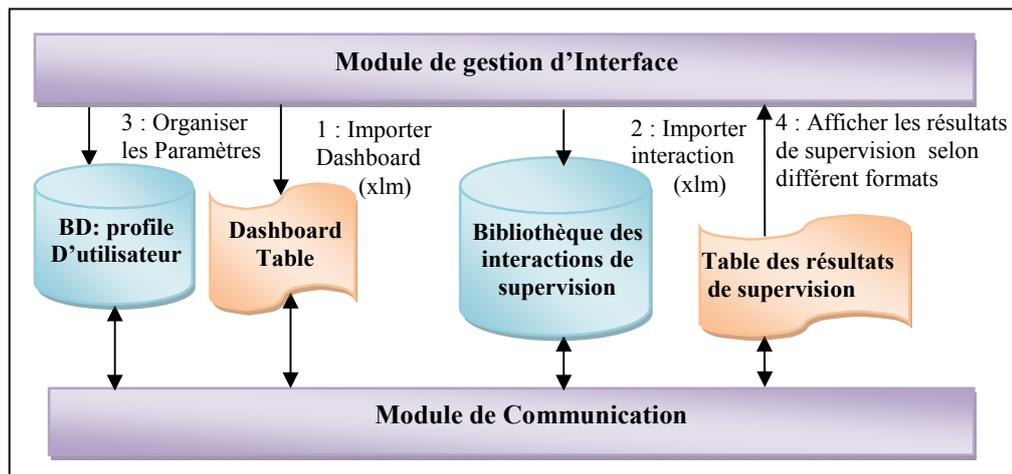


Figure 3.4. Structure de l'agent de paramétrage.

3.5.2 Agent Coordinateur: C'est l'agent de base qui interagit et coordonne avec tous les autres agents (AP et AC). La structure de cet agent est spécifiée comme suit:

- Module de communication: il agit comme une interface dont l'agent reçoit et envoie des messages à AP (lien 2 sur la figure 3.1) et à AL (lien 4 sur la figure 3.1).
- Module de supervision et de coordination: il reçoit les paramètres depuis l'AP, ainsi que les mesures collectées de la part de l'AL. Il envoie des rapports, des notifications et des alertes à l'AP. Il demande les mesures de réglage précis à l'AL. Il lance également la restauration des traces vers la base de données d'historique (lien 3 sur la figure 3.1). A partir des mesures collectées, ce module exécute les trois activités essentielles:
 - **Activité de l'édition de rapport :** elle fournit les rapports par les mesures collectées et reçues depuis l'AL, pour calculer ensuite les métriques.
 - **Activité d'analyse:** elle est appliquée en respectant la structure du Dashboard. Elle permet de comparer les valeurs des rapports édités dans la première activité par rapport aux cibles attendues définies dans le Dashboard, avec un contrôle permanent

du fichier XML de protocole d'interaction, contenant des paramètres et les contrats d'utilisation de chaque PM. Le rôle de cette activité est d'identifier les problèmes, de diagnostiquer les causes, de proposer des améliorations et peut provoquer la dernière activité.

- **Activité d'alerte:** elle suit l'activité de l'analyse, cette activité permet automatiquement le traitement des exceptions, la gestion des alertes et l'envoi de notifications (email, fax, SMS, etc).

Enfin, ce module est mis à jour et paramétré depuis l'AP lors de chaque nouvelle demande d'opération de prise de mesure. En outre, l'AC enregistre et restaure les traces de mesures collectées vers la base de données d'historique.

- **Connaissance:** elle contient toutes les informations requises par un coordinateur: les valeurs d'analyse, les noms des mesures et tous les paramètres nécessaires. Périodiquement, tous ces paramètres seront mise à jour par l'AP.
- **Fichier de rapport:** est le résultat après un cycle de supervision, ce fichier contenant le rapport édité et organisé pour être transmit à l'AP afin d'afficher la situation actuelle.

La figure 3.5, présente la structure et la séquence des messages échangés de chaque composant de cet agent :

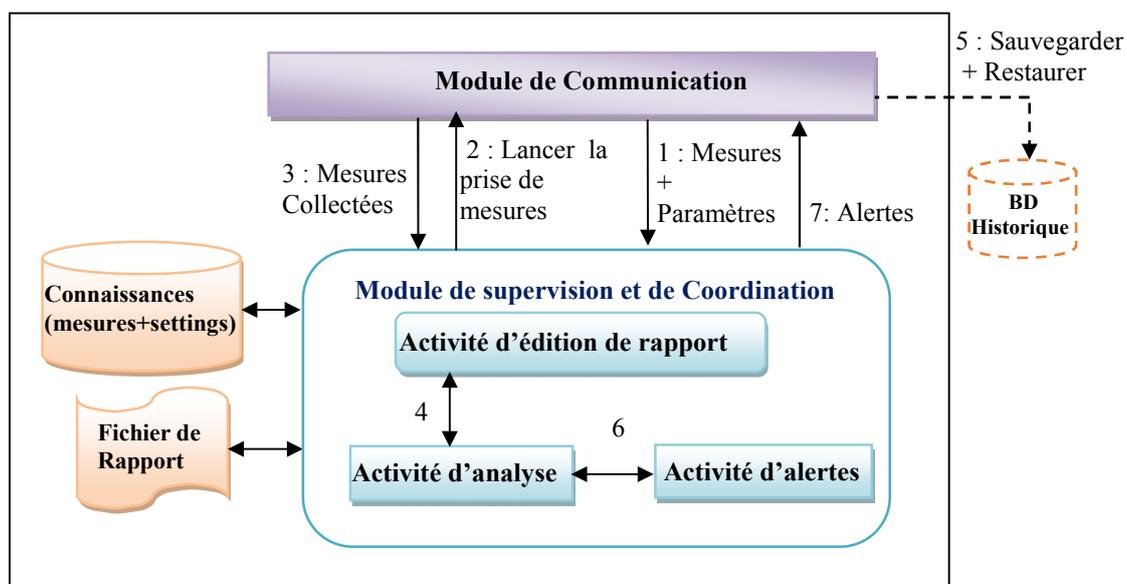


Figure 3.5. Structure de l'agent Coordinateur.

3.5.3 Agent Collecteur: Accordé d'un cycle de temps bien déterminé, le AL déclenche l'opération de la prise de mesure, en respectant le protocole de migration :i) L'activation de code de l'AM spécialisé dans la prise de mesures. ii) Le clonage de ce code afin d'avoir le nombre demandé des AMs. Cet agent reçoit les résultats envoyés par ces AMs, les collectées pour les envoyées à AC. La structure de cet agent est spécifiée comme suit :

- Module de communication: ce module gère l'interaction avec l'AC (lien 4 sur la figure 3.1) et l'AM (lien 5 sur la figure 3.1) à partir des échanges de messages, le message le plus important étant le lancement de la prise de mesure.
- Module de Déclenchement et de Collecte de mesures : c'est le module principal responsable du lancement de l'activité de prise de mesures à un cycle de temps défini. Il permet d'activer le code d'agent mobile spécialisé dans la prise de mesure. Ce module collecte également les mesures transférées par ces AMs et les place dans le fichier de mesures collectées.
- Fichier de paramètres de mesures : c'est un fichier qui contient le paramétrage des mesures comme les adresses de destination, leur période et le nom des mesures.
- Fichier de mesures collectées: il contient la mesure actuelle collectée par l'MA. Après avoir reçu toutes les mesures transférées, ce fichier sera envoyé à l'AC.

La figure 3.6, présente la structure et la séquence des messages échangés de chaque composant de cet agent :

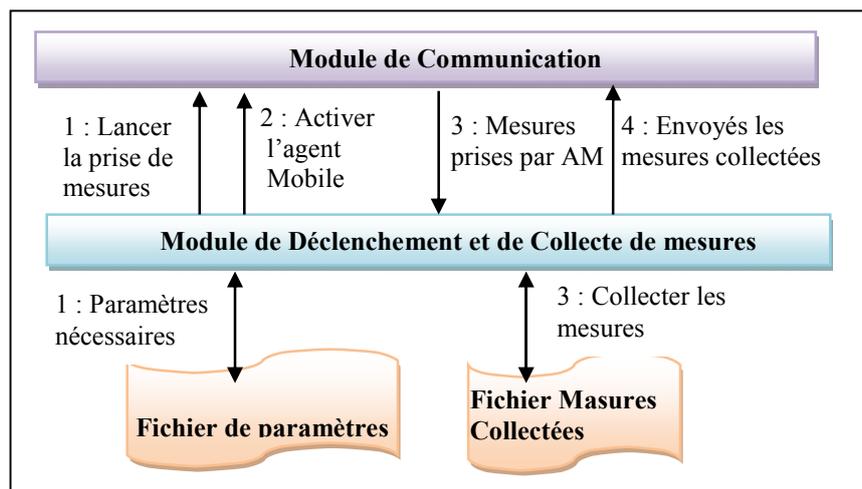


Figure 3.6. Structure de l'agent Collecteur.

3.5.4 Agent Mobile: Selon une destination déterminée, et après l'activation de son code par l'AL. Cet agent a la capacité de se cloner et de se migrer vers des destinations

déterminées, afin de prendre les mesures requises. Par la suite, les mesures prises seront transférées vers l'AL. La structure de cet agent est spécifiée comme:

- Module de communication: il reçoit et envoie des messages à l'AL (lien 5 sur la figure 3.1).
- Le module de traitement : est le module principal qui organise la mesure prise pour la placée dans le fichier de mesures.
- Module de gestion de la mobilité: il permet le clonage d'une telle AM et sa migration vers des emplacements précis (lien 6 sur la figure 3.1).
- Fichier de mesures: c'est une structure qui contient l'adresse de destination, les mesures à prendre et certains paramètres.

La figure 3.7, présente la structure et la séquence des messages échangés de chaque composant de cet agent :

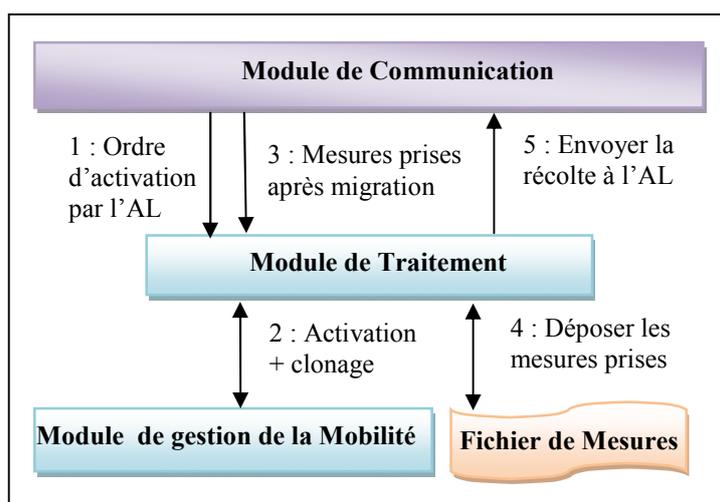


Figure 3.7. Structure de l'agent Mobile.

3.6 Fonctionnement de système et comportement des différents agents

Le comportement de SSIM peut alors se résumer à travers le rôle des différents agents:

3.6.1 Agent de Paramétrage : Il fournit un intermédiaire graphique dans laquelle les utilisateurs et l'administrateur peuvent interagir avec le SSIM. Il permet d'importer le Dashboard en XML, la spécification BPEL4WS, et aussi définir tous les profils d'utilisateur et tous les paramètres. Cet agent communique avec l'AC afin d'accomplir les tâches de supervision. Il est également responsable de montrer, via

une interface graphique, des rapports, des alertes et des notifications selon chaque vue de l'utilisateur.

3.6.2 Agent Coordinateur : Il a le rôle de coordonner avec l'AP et l'AL afin d'accomplir en souplesse la séquence des opérations. Il demande à l'AL la tâche de prise de mesures, en lui fournissant les paramètres requis de la part de l'AP. Après avoir reçu toutes les mesures collectées par l'AL, il enregistre cette trace dans la base de données Historique. Après avoir appliqué les activités de supervision, il édite le rapport, applique l'analyse et déclenche les exceptions par l'activité d'alerte. Enfin, il envoie les résultats à l'AP.

3.6.3 Agent Collecteur : Il lance l'opération de prise de mesures en respectant les deux phases de protocole de migration par l'activation du code de l'AM dans un cycle de temps défini. Selon le nombre d'adresses de destinations, il crée des clones pour les migrer à travers le réseau. Par la suite, l'AL collecte toutes les mesures transférées par chaque AM et les envoie à l'AC.

3.6.4 Agent Mobile : Il se clone après l'activation du code de cet agent et migre pour prendre les mesures vers une destination locale ou éloignée, et les envoie à l'AL.

3.7 Spécification des mécanismes de collaboration et de coordination inter agent

L'architecture de notre SSIM propose deux protocoles indépendants, l'un est responsable pour la supervision et l'autre pour la migration, la présente section discute le mode de communication inter-agent ainsi qu'étudie en détail le contenu de chaque protocole.

3.7.1 Spécification du mode d'interaction inter agent

Dans le cadre de SMA, le concept d'interaction est lié à celui de communication. Celle-ci y joue un rôle important : elle assure le transfert d'informations entre les agents du système et par des actions élémentaires [Berger 2005]. En effet, les communications dans les systèmes multi agents sont à la base des interactions et de l'organisation des agents. Nous distinguons essentiellement deux modes de communication:

La communication indirecte qui est effectuée par signaux via l'environnement.

La communication directe qui procède à un échange de messages entre les agents.

Le mode de communication par échange de messages entre les agents provient planifier un acte de communication envers un autre agent, on parle alors de communication intentionnelle. Cette approche est inspirée de l'interaction sociale telle que nous la trouvons dans d'autres contextes comme la communication entre les humains. A la différence des autres approches, celle-ci a donné lieu à des théories calculatoires formelles permettant de savoir comment communiquer en incrémentale ou comment ajuster un plan de communication. Ceci est fait dans le but de s'adapter à un monde incertain, où les circonstances changent, rendant ainsi possible la communication complexe qui consiste en l'échange d'informations stratégiques.

La suivante section permet d'expliquer la théorie des actes de langage, comme mode de communication directe adopté dans notre architecture :

Le typage sémantique des messages prend son origine de la théorie des actes de langage. Cette théorie de la philosophie du langage est apparue dans les années 60 par les travaux d'Austin [**Austin 1962**] et ensuite de Searle [**Searle 1969**]. Elle part du principe que la communication humaine est constituée d'actes de langage, aussi appelé performatifs, que l'on peut classer en cinq grandes catégories :

- *Les assertions*, qui informent l'interlocuteur d'une connaissance de la part du locuteur sur l'état du monde ;
- *Les directives*, qui sont des requêtes, indiquant l'intention du locuteur que l'interlocuteur agit de façon à satisfaire la requête ;
- *Les actes expressifs*, exprimant des sentiments du locuteur ;
- *Les déclarations*, qui informent l'interlocuteur d'une intention du locuteur ou un état de quelque chose qui dépend de ce dernier ;
- *Les engagements*, qui sont des promesses, ou à l'inverse des menaces.

En effet, le langage de communication adopté entre les agents de ce SSIM est celui de FIPA ACL (ACL pour Agent Communication Language) de la FIPA [**FIPA 2016**]. Par conséquent, la coordination et la collaboration des agents de notre SSIM sont réalisées par l'envoi de message entre : l'AP et l'AC, entre l'AC et l'AP, entre l'AC et l'AL et entre l'AL et l'AM.

3.7.2 Spécification du protocole de supervision

La séquence des messages échangés entre les agents du SSIM est spécifiée sur la figure 3.8, selon un protocole de supervision comme un ensemble de primitives à respecter, entre les agents du système et la base de données d'historique.

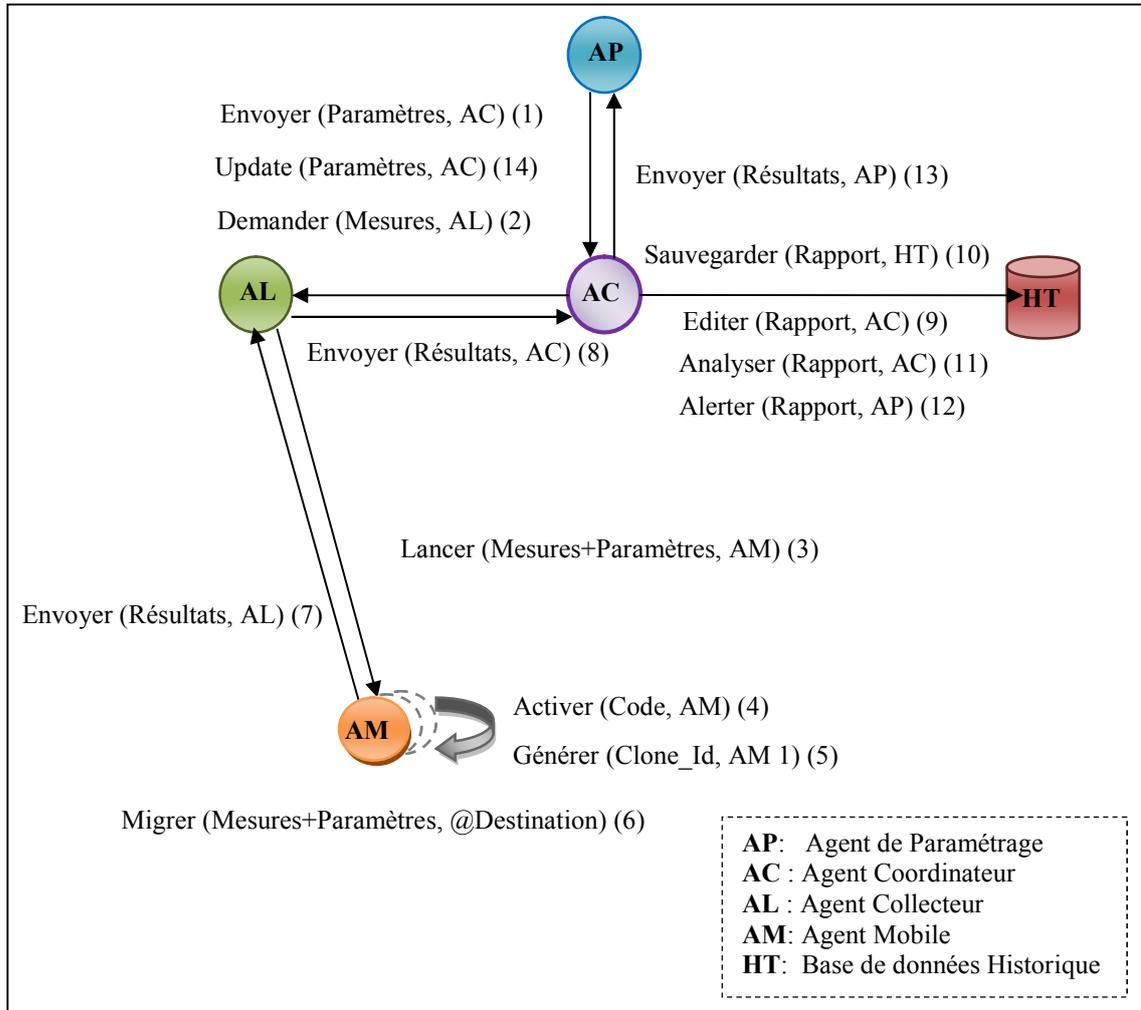


Figure 3.8. Primitives du protocole de supervision.

Tout d'abord, l'administrateur de ce système doit importer via l'interface graphique par l'AP la stratégie métier en tant que fichier XML et la spécification BPEL4WS de protocole d'interaction en XML aussi. L'AP envoie tous les paramètres requis à l'AC (primitive 1). L'AC envoie les paramètres les plus adéquats vers l'AL. De plus, il demande l'opération de prise des mesures, (primitive 2). Dans un cycle temporel bien déterminé, en envoyant les paramètres les plus pertinents, l'AL déclenche l'opération de prise de mesures, (primitive 3). Après avoir reçu la requête de l'agent coordinateur, l'AL envoie un message pour activer l'agent mobile, (primitive 4). Après avoir activé l'AM, ce dernier extrait les différents paramètres du message qui ont été reçus pour générer des clones (primitive 5).

Chaque AM migre vers son destination pour prendre la mesure demandée (primitive 6). Dans chaque destination, l'AM transfère les mesures vers AL (primitive 7). L'AL collecte toutes les mesures transférées par chaque AM, les stocker dans un fichier et les envoyer vers l'AC (primitive 8). L'AC lance l'activité de l'édition de rapports (primitive 9), qui calcule les métriques et remplit le rapport en fonction de la structure du Dashboard. Cette activité fait appelle en suite à l'activité d'analyse (primitive 11) et d'alerte pour comparer les mesures prises avec les valeurs cibles déjà contenues dans ce tableau de bord (primitive 12). Dans ce niveau, l'CA stocke également cette trace dans la base de données d'historique (primitive 10). L'CA informe l'AP pour tous les rapports, les alertes et les notifications (primitive 13). Enfin, AP affiche les résultats avec la vue de chaque profil d'utilisateur, après avoir les reçus depuis l'AC (primitive 13). Il est également possible d'envoyer à l'CA les dernières mises à jour quand ils sont est disponibles (primitive 14).

3.7.3 Spécification du protocole de migration

Le protocole de migration de notre agent mobile comporte de deux phases essentielles, l'activation et la migration (voir Figure 3.9) :

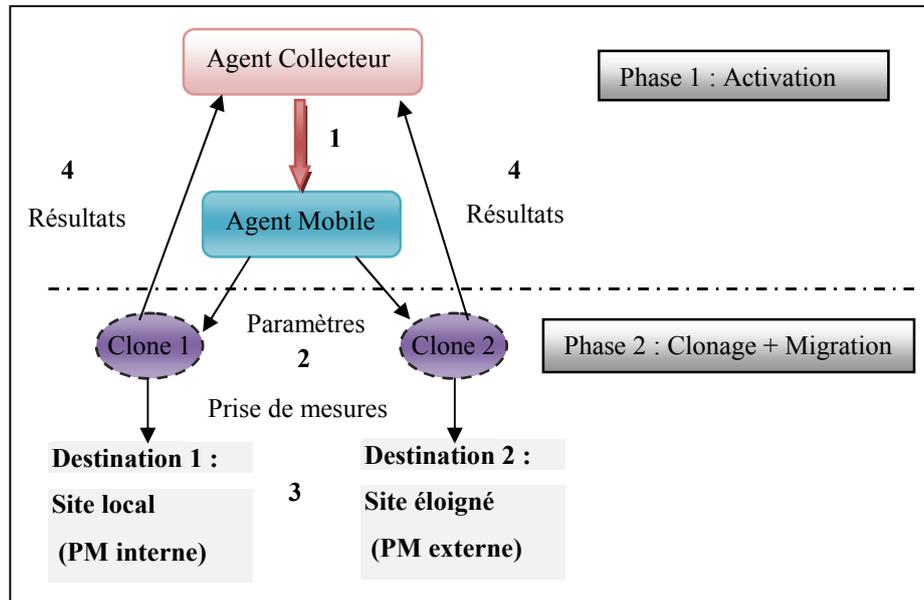


Figure 3.9. Phases du protocole de migration.

Phase 1 : Activation de l'agent mobile : après avoir reçu la demande du l'AC et les paramètres nécessaires, l'AL envoie un message pour activer le code de l'agent mobile.

Phase 2 : Clonage et migration de l'agent mobile: après avoir activé l'agent mobile, ce dernier extrait les différents paramètres depuis le message qui a été reçu. L'agent

mobile se clone et envoie ses répliques pour la migration, afin de prendre les informations requises et les envoyées à l'AL.

Cette méthode n'élimine pas toute la redondance de la recherche, mais permet un compromis entre la perte de temps, entre la recherche d'information et entre l'envoi et la réception des messages qui peuvent parfois être pénalisés sans résultat satisfaisant.

3.8 Discussion

Une contribution de recherche d'Ouaar *et al.* [Ouaar 2016b] a été proposée pour une architecture simple de construction d'un système de PM de supervision, qui propose un niveau conceptuel et un niveau opérationnel. Cependant, cette architecture souffre de quelques insuffisances :

- Tout d'abord, une performance faible pour coordonner les composants du système, afin d'atteindre les objectifs communs.
- Deuxièmement, une absence de la mobilité pour prendre des mesures à travers des destinations éloignées.
- Enfin, un manque d'une solution de GPM flexible dont la manipulation de leurs composants est souple.

Afin de résoudre les problèmes précédents, cette architecture a été enrichie par une nouvelle version à travers deux différents protocoles : Un protocole de supervision est proposé pour coordonner et réaliser les activités de supervision en utilisant des agents intelligents. De plus, un autre protocole de migration est proposé pour manipuler les agents mobiles qui peuvent prendre des mesures dans des endroits distants.

La principale contribution de cette nouvelle recherche réside dans la proposition d'une architecture composée de deux niveaux: le niveau de stratégie et celui de supervision. Le premier niveau assure le scénario collaboration et la coordination des internes et externes PMs à superviser à travers la spécification BPEL4WS d'un protocole d'interaction sous format XML. Ce niveau propose également i) exploiter de la stratégie métier de l'entreprise ii) étendre la structure de BSC appelée Dashboard, en ajoutant *PM public* comme cinquième perspective. iii) Ensuite, trouver, pour chacune des cinq perspectives, leurs objectifs, mesures, cibles et initiatives. iv) Enfin, fournir en sortie le fichier XML de ce Dashboard. Le deuxième niveau est constitué de trois couches, il fournit deux

protocoles l'un est de supervision et l'autre est de migration comme un ensemble de primitives de communication qui utilisent la technologie de l'agent.

Dans Luck *et al.* [Luck 2005], le SMA a été exploité dans cette méthodologie pour concevoir les rôles d'agent et pour simuler leur coordination, en tant qu'entités autonomes capables d'accomplir leurs fonctions sans avoir besoin d'une interaction continue à l'utilisateur. Dans ce travail, la notion d'agent mobile est utilisée pour prendre des mesures dans un environnement distribué. Ce protocole coordonne quatre rôles indépendants associés à un agent: l'agent de paramétrage, l'agent coordinateur, l'agent collecteurs et l'agent mobile. L'agent de paramétrage fournit le profil de l'utilisateur et tous les paramètres de configuration. L'agent coordonnateur communique et coordonne avec les autres agents. Il est responsable de demander la prise des mesures, et d'appliquer les quatre activités et de sauvegarder des traces dans une base de données. L'agent collecteur active les agents mobiles pour créer un ensemble de clones, recevoir et collecter les mesures prises.

L'utilisation du paradigme d'agent a été motivée par l'apport de certaines caractéristiques utiles: la cohérence du système, l'intelligence, l'autonomie, la coopération et la mobilité. L'aspect mobilité permet à un agent de prendre en charge les mesures de l'entreprise et envoie les résultats pertinents à son propriétaire en raison de sa capacité à se déplacer entre différentes sources de données distantes. Par conséquent, derrière la mobilité se trouvent la minimisation des coûts de communication et la réduction significative du temps d'exécution des tâches.

Par conséquent, une architecture basée agent a été proposée dans le domaine de GPM, qui vise à réaliser un SSIM. La force de notre contribution réside dans : leurs primitives des différents protocoles entre différents agents, leurs rôles et leur stratégie métier. Une autre amélioration importante du système proposé est liée au respect de la propriété d'agilité, qui permet à ce système de soutenir une solution du GPM réutilisable. Cette propriété est assurée dans la coordination, la collaboration et l'interopérabilité entre les différents agents impliqués dans le système, où chaque agent est dynamiquement adaptable, robuste et flexible.

3.9 Conclusion

Le développement des SMAs pour la supervision des PMs nécessite une bonne maîtrise de protocole d'interaction, de protocole de supervision et de tous les détails de leur utilisation. De ce fait, l'implémentation de ces protocoles est complexe, qui nécessite une bonne maîtrise de l'implémentation des agents qui les utilisent.

Pour pallier ces problèmes, nous avons développé dans ce chapitre une architecture basée-agent permettant le développement d'un SSIM.

Hormis cet avantage crucial, notre architecture offre plusieurs autres avantages. C'est ainsi qu'elle est:

Agile: i) elle est facilement adaptable à d'autres applications grâce au concept de stratégie métier. Il suffit de changer le fichier XML qui encapsule cette stratégie. ii) elle fournit certaine souplesse pour modifier le protocole d'interaction : il suffit de changer le fichier BPEL4WS qui encapsule ce protocole. iii) elle permet une manipulation souple pour les activités (primitives) de protocole de supervisions. iv) elle manipule en toute souplesse les phases de protocole de migration.

Interopérable : i) elle supporte le paramétrage des fichiers XML sérialisés et standards. ii) elle supporte aussi un mode de communication inter-agent.

Dans le chapitre suivant, nous illustrons la réalisation de notre approche avec une étude de cas. Nous décrivons tout d'abord l'application des étapes et des modèles de la méthodologie, ainsi que l'architecture d'intégration proposée.

Chapitre 4 :

*Étude de cas & quelques
aspects d'implémentation*

4.1 Introduction

Nous venons de spécifier tout au long des précédents chapitres les concepts, les spécifications et les structures permettant de concevoir une approche orientée stratégie pour la supervision des PMs, nous venons dans ce chapitre de les appliquer dans une étude de cas.

Ce chapitre est constitué de cinq parties. Dans la première partie, nous décrivons l'étude de cas de l'AGB banque que nous étudions pour appliquer notre contribution initiale. Dans une seconde partie, nous précisons la plate-forme d'implémentation JADE et montrons comment utiliser les concepts de base dans notre architecture de système, pour être implémentées en utilisant cette plate-forme. Nous validons respectivement nos deux contributions de la méthodologie et de l'architecture pour cette étude de cas dans la troisième et la quatrième partie. En fin, la dernière partie argumente la garantie de notre solution avec la propriété d'agilité.

4.2 Présentation de l'étude de cas : AGB banque

Afin de constater l'exportation de notre analyse et notre étude, nous avons choisi de les valider par une étude de cas la plus convenable sur AGB banque [AGB 2017a], qui concerne les systèmes d'informations bancaires modernisés, car ces caractéristiques sont les plus adéquates pour les aspects de notre approche. De plus, actuellement, les institutions bancaires devaient mettre en place un système de supervision capable de produire des informations et de les analyser non seulement de manière rétrospective (indicateurs de coût, de productivité, tableaux de bord...) mais également de façon prospective (planification et objectifs à court, moyen et long terme) afin de pouvoir agir à temps. C'est ainsi que le contrôle métier qui a fait son apparition aussi dans le milieu bancaire. La table 4.1 montre nos motivations d'un tel choix :

Système d'information bancaire	Motivations de notre approche
Visé une stratégie comme un ensemble des objectifs financiers et non financiers reliant des mesures et des métriques.	Elabore d'un tableau de bord équilibré (BSC) étendu, sa structure conforme bien aux données circulantes dans une banque.
Utilise des calculs statistiques très fréquents (journalières, hebdomadaires, etc).	Exploite le calcul de métriques et de KIP à partir des mesures actualisées déjà prises.
Edite différents types de rapport sur la situation de la banque à tout moment.	Fournit des rapports instantanés et exhaustifs extraits depuis le BSC par niveaux utilisateurs.
Nécessite une supervision métier sévère sur des seuils bien définis.	Déclenche des alertes et de notifications de différents formes et niveaux par dépassement des seuils. En utilisant un protocole de supervision et un autre de migration au sein d'un SMA.
Fournit dans les banques modernes des services hors leurs limites : e-Banking, DBA, TPE, e-paiement, etc	Ajoute une nouvelle perspective de PM externe dans le BSC, pour manipuler efficacement les services publiés ailleurs.

Table 4.1. Motivations de choisir le domaine bancaire.

L'AGB [AGB 2017c] est un établissement bancaire détenu par le groupe koweïtien KIPCO « Kuwait Projects Company » et les trois banques internationales United Gulf Bank, est désormais le leader sans contestation d'e-banking en Algérie. Elle se fixe pour objectif de devenir la banque de référence sur la place bancaire en matière d'innovation en produits et services bancaires. Elle a commencé ses opérations en Mars 2004 et sa principale mission est de contribuer au développement économique et financier de l'Algérie, offrant aux entreprises, aux professionnels et aux particuliers une large gamme de produits et de services financiers en constante évolution. Aussi, pour répondre aux attentes de sa clientèle, Gulf Bank Algeria propose des produits bancaires Conventionnels ainsi que ceux conformes aux préceptes de la Chariâa. L'AGB dispose aujourd'hui d'un réseau de 56 agences opérationnelles, afin de se rapprocher au mieux de sa clientèle sur l'ensemble du territoire national. La nouvelle organisation vise une croissance optimale des activités de la banque en se basant sur 03 axes:

- La séparation des métiers ;
- Le contrôle du risque opérationnel ;
- La flexibilité organisationnelle et commerciale.

4.3 Outils techniques d'implantation de l'approche proposée

Un système à base d'agents implantés sur différentes machines peut être considéré comme une application répartie dans laquelle les entités sont des agents. Cette caractéristique exige que ces agents soient déployés dans un environnement qui supporte leur exécution. De point de vue de mise en œuvre, nous avons utilisé une plate-forme basée-agent pour implémenter les différents agents et concepts. Le choix d'une telle plate-forme est basé sur plusieurs critères comme : La nature des agents. Le type de communication employée. Le protocole d'interaction. Les mécanismes de sécurité. Le degré de standardisation établi dans cette plate-forme. Cette plate-forme va nous permettre d'implémenter les différents types d'agents de notre architecture et de simuler leur interaction.

Les outils techniques que nous avons utilisés pour la réalisation de notre architecture de système sont :

Plateforme JADE (Java Agent Development Framework) [JADE 2017], est une plate-forme multi-agents développée en Java par CSELT (Groupe de recherche de Gruppo Telecom, Italie). Elle fournit un environnement de développement et d'exécution des systèmes multi-agents, compatible avec les standards FIPA [FIPA 2016]. JADE comprend deux composantes de base: la plate-forme d'agents compatible FIPA et un package logiciel pour le développement des agents Java. JADE utilise l'abstraction de comportement pour modéliser les tâches qu'un agent peut exécuter et les agents instancient leurs comportements selon leurs besoins et leurs capacités. De point de vue de la programmation concurrente, un agent est un objet actif, ayant un thread de contrôle. JADE utilise un modèle de programmation concurrente "un thread-par-agent" Du point de vue implantation, un agent dans JADE est une instance de la classe Java définie par le programmeur. Cette classe elle-même est une extension de la classe Agent de base (incluse dans jade.core). Cela implique l'héritage de l'ensemble de méthodes de base pour implémenter le comportement personnalisé de l'agent. L'implémentation d'un agent est multitâche, où les tâches (appelées comportements) sont exécutées en concurrence. Chaque fonctionnalité fournie par un agent doit être implémentée en un ou plusieurs comportements.

Apache Tomcat [Tomcat 2017], est un conteneur libre de servlet set JSP Java EE. Issu du projet Jakarta, Tomcat est un projet principal de la fondation Apache. Il est paramétrable par des fichiers XML et de propriétés, et inclut des outils pour la configuration et la gestion. Il comporte également un serveur http. Tomcat est un serveur d'applications Java. Les applications web qu'il est capable d'exécuter sont écrites en Java. Pour traiter les requêtes entrantes, il existe des connecteurs capables de véhiculer les requêtes du serveur web frontal au serveur d'applis.

Serveur Apache ODE [ODE 2014], Apache Orchestration Director Engine (ODE) est un serveur qui exécute des PMs écrites conformément à la norme BPEL4WS. Il parle à des SW, envoyer et recevoir des messages, manipuler les données et récupérer les erreurs. ODE prend en charge les exécutions de processus de longues et courtes vie pour orchestrer tous les services qui font partie de l'application. Les caractéristiques du serveur ODE sont:

- Prise en charge à la fois la norme 2.00 ASISWS-BPEL et l'héritage de spécification BPEL4WS1.1 du fournisseur;
- Prise en charge de deux couches de communication: l'une fondée sur Axis2 (Web Services de transport http) et une autre basée sur le standard JBI (en utilisant Service Mix);
- Soutien à la liaison, permettant l'invocation des SW de type REST WSDL http;
- Utilisation d'API de haut niveau pour le moteur qui permet d'intégrer le noyau avec n'importe quelle couche de communication;
- Utilisation d'ODE assurant un déploiement à chaud des processus BPEL.

Environnement de programmation Eclipse : La plate-forme Eclipse est structurée comme des sous-systèmes qui sont mis en œuvre dans un ou plusieurs plug-ins. Les sous-systèmes sont construits au-dessus d'un petit moteur d'exécution. L'environnement Eclipse a beaucoup d'avantages, nous citons:

- Plate-forme ouverte pour le développement d'applications et extensible grâce aux plug-ins.
- Très rapide à l'exécution.
- Support multi-langages, multi-OS (Win, Linux, Mac).
- Nombreuses fonctionnalités proposées par le JDT (Java Development Tool).
- Plusieurs versions d'un même plug-in peuvent cohabiter sur une même plate-forme.
- Historique local des dernières modifications réalisées.

4.4 Application de la méthodologie proposée

Cette section permet de projeter les différentes phases de la méthodologie exposée dans le chapitre 2 comme une première contribution vers l'étude de cas choisie.

4.4.1 Stratégie métier de l'AGB

La Stratégie de l'AGB [AGB 2017b] a été définie pour objectif de réaliser sa mission tout en étant fidèle aux valeurs et principes qui sont les siennes. Cette stratégie s'articule autour de cinq axes :

- **Gestion de qualité totale:** Cette démarche s'inscrit au sein de chacune des actions entreprises par la banque dans le but de réaliser une prestation bancaire de qualité, tant avec les clients internes qu'externes. Elle concerne plusieurs domaines d'intervention tel que la Qualité du Service, des Produits, des Infrastructures, du Management, de la Gestion des Risques, etc.
- **Elargissement du Réseau d'Agence:** Pour être toujours plus proche de ses clients, les faisant bénéficier des produits et services de pointes universels adaptés à leurs besoins locaux. Elargissement de l'offre Produits et Services afin de pouvoir répondre aux attentes.
- **Gestion des Ressources Humaines axée sur la Performance:** offrir à l'ensemble de ses collaborateurs un cadre de travail et de vie épanouissant et stimulant, AGB s'est dotée d'une politique de gestion des ressources humaines récompensant les résultats et permettant le développement humain et professionnel de l'ensemble de son personnel.
- **Croissance et Conquête de Parts de Marché:** Croyant au potentiel de l'Algérie et aux capacités de son staff et forte du soutien du groupe, AGB axe sa politique commerciale sur une logique de croissance et de conquête de Parts de Marché participant ainsi activement au développement économique de l'Algérie et à l'enrichissement des Algériens.

4.4.2 BSC d'AGB

Après une étude profonde de la stratégie métier de l'AGB qui a été présentée dans la précédente section et avec l'étude de l'environnement de cette entreprise bancaire, la table 4.2 propose le BSC globale de l'AGB, dont la ligne de la nouvelle perspective de PM public est colorée en bleu.

Perspectives	Carte stratégique	Tableau de bord prospectif (BSC)		Plan d'action
	Objectifs	Mesures	Cibles	Actions/Initiatives
Financière	Croissance et diversification de chiffre d'affaire	<ul style="list-style-type: none"> - Capital propre - Chiffre d'affaire (CA) encaissé - Caisse, banque central, CCP et Trésor public - Bénéfice par action (BPA) 	<ul style="list-style-type: none"> - Capital propre = + 20% en 2022 - Chiffre d'affaire encaissé = +4% - Bénéfice par action = ±0,1% 	<ul style="list-style-type: none"> - Réviser mensuelle les bilans. - Proposer une étude de marché en analysant les bénéfices
	Augmentation des revenus	<ul style="list-style-type: none"> - Valeur ajoutée (VA) - Excédent brut d'exploitation (EBE) - Charges financières - Impôt, taxes, TVA 	<ul style="list-style-type: none"> - Revenu total : +25% (année 2020) - Total Charge :- 0,5% - Rentabilité = RN/CA (+5%) - EBE = +20% 	<ul style="list-style-type: none"> - Encourager l'investissement avec les meilleures offres - Augmenter les actions de sponsoring
	Prévenir d'un rôle actif dans le financement de l'économie du pays	<ul style="list-style-type: none"> - Crédit - Fond propres - ROA (Profit Net/Total Actif) - ROE (Profit Net/Fonds Propres) - Retour sur l'investissement (ROI) 	<ul style="list-style-type: none"> - Crédit / Total actif < 0.5% - Fond propres / Total actif ± 3% - Fond propres / Crédit < 0.1% - Bruts / Crédit < 0.04% - Bruts / Fonds Propres < 0.2% 	<ul style="list-style-type: none"> - Suivre la solvabilité des emprunts - Gérer les risques de crédit - Réviser la stratégie de financement
Client	Evolution de la porte feuille clientèle	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de clients - Nombre comptes Total - Dépôts de la clientèle 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de clients/Total comptes ≥ 1 - Dépôts clientèle ≥ 110.82 	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre un système de gestion de la relation client - Fournir des services disponibles et facilement accessibles - Analyser les tolérances client
	Evolution des crédits d'investissement	<ul style="list-style-type: none"> - Encours de Crédit - Nombre de PME créé - Nombre de participant au financement de projet - Nombre de publicités distribuées - Crédit à l'économie - Prêts et créances sur la clientèle 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de participant au financement de projet/ Nombre de PME créé ≥ 1 - Crédit à l'économie/Encours de crédit ± 9% - Prêts et créances sur la Clientèle < Dettes envers la clientèle > - Créances sur la clientèle/effectif = 15.17 	<ul style="list-style-type: none"> - Insérer selon les recommandations de gouvernement : les PME dans la dynamique de la relance de l'économie - Engager la garantie d'ordre de la clientèle - Respecter les seuils tolérés
	Amélioration du qualité des produits et des services conduisant à la satisfaction des clients	<ul style="list-style-type: none"> - Taux de satisfaction et taux de fidélisation - Temps de réponse - Nombre de réclamation pour raison d'anomalies 	<ul style="list-style-type: none"> - Indice de confiance ≥ 90% en 4 an - Temps de réponse = +0,01 seconde - Nombre de réclamations = -23% 	<ul style="list-style-type: none"> - Aligner les réclamations avec le métier - Construire un système de recouvrement - Améliorer la réactivité sur internet, SMS, etc
Processus Privé	Démarque comme une banque de référence sur l'innovation technologique	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre les processus critiques - Nombre de processus en panne - Nombre de nouveaux produits - Délais de réponse aux requêtes des clients. - Nombre de CIB : Cartes Inter Banque 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de nouveaux produits ≥ 0,3 - Nombre de CIB/Nombre de client > 80% - pourcentage des défauts = critique / panne < 0,05 - Temps de réactivité/Les délais de réponse > 0,01 seconde 	<ul style="list-style-type: none"> - Appliquer technologies de l'information - Renforcement des capacités des systèmes d'information - Gérer des processus d'innovation - Renforcer des réseaux au fur et à mesure - Minimiser les temps d'arrêt.

				- Améliorer l'immobilisation incorporelle (logiciel)
Processus Public	Exploitation optimale des services web publiés	- Nombre des services web publiés - Nombre des services web invoqués avec échec - Indicateurs d'activité des comptes - Nombre de nouveaux services web publiés	- Taux de violations d'accès = échec/ publiés <0,0004% - Indicateurs d'activité des comptes >95%	- Renforcer les conditions de sécurité et assurer la reprise après panne (robustesse du système) - La capacité des systèmes d'information à réaliser correctement les flux de transformations d'information
Apprentissage et croissance	Amélioration de la performance actuelle et future des collaborateurs	- L'investissement en formation - Le pourcentage d'employés universitaires - Taux de pannes humaines - Productivité des employés - Taux d'absentéisme	- Les heures de formation - Taux Employé formé (80% en 2020) - Taux de pannes humaines <2% - Productivité des employés >5% - Taux d'absentéisme <0,6%	- Maîtriser les métiers existant et les nouveaux métiers de l'industrie bancaire - Créer le meilleur climat de travail - Cadres les formations par la coopération des bureaux d'études étrangères
	Evolution de l'effectif de la banque	- Effectif Agence - Immobilisations corporelles - Le degré de satisfaction des employés.	- Effectif Total = +0,5% - Le degré de satisfaction des employés > 80%	- Améliorer les capacités des employés liés à leurs connaissances, compétences, satisfaction et productivité. - Augmenter la motivation, l'habilitation pour l'alignement à la stratégie.

Table 4.2. BSC d'une entreprise bancaire modernisée (AGB).

<u>Perspective Id</u>	<u>Perspective Name</u>	<u>Objective Id</u>	<u>Objectives Name</u>	<u>Measure Id</u>	<u>Measures Name</u>	<u>Measures Val</u>	<u>Mobil Agent Id</u>	<u>Destination address</u>	<u>Measures Date</u>	<u>Measures Time</u>
1	Financial	12	Increase in revenues	121	Social apital	2.000.000	MA@srv-ec: 1099/ JADE	Local_hoste@1024	03/01/2016	11:20
3	Private processes	31	Mark as a reference bank	311	Critical processes	0, 0001	MA@srv-ec: 1099/ JADE	Local_hoste@1024	03/02/2016	20:20
4	Public processes	41	Optimize the use of BP published	412	SW invoked with failure	00	MA@srv-ec: 2017/ JADE	Local_hoste@370	16/04/2016	15:05

Table 4.3. Une trace de la base de données historique.

4.4.3 Transformation XML de BSC

La figure 4.1 présente une partie de notre Dashboard de supervision comme un document XML extrait au BSC de la table 4.1. Ce fichier a été validé en lui associant un DTD, par la suite il est généré par un plugin sous Eclipse:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!DOCTYPE BSC (View Source for full doctype...)>
< nom_entreprise ="BANQUE">
< perspectives >
< Financière >< Stratégie >
< objectifs >Croissance et diversification de CA
    < mesures >Capital social</ mesures >
    < cibles >Capital social >=1.93% </ cibles >
    < initiative >Proposer une étude de marché en analysant les bénéfices</ initiative </ objectifs >
    < objectifs >Augmentation de revenu
    < mesures >Revenu total</ mesures >
    < cibles >Revenu total : +25% (année 2020)</ cibles >
< initiative >Encourager l'investissement avec les meilleures offres</ initiative ></ objectifs >
    </ Stratégie ></ Financière >
< Client >< Stratégie >
< objectifs >Evolution du porte feuille clientèle
    < mesures >Nombre de client</ mesures >
    < cibles >Nombre de client/Total comptes>=1</ cibles >
    </ Stratégie ></ Client >
< processus_Privé >< Stratégie >
    < objectifs >Augmenter les performances des processus opérationnels
    < mesures >Nombre les processus critiques</ mesures >
< cibles >Le pourcentage des défauts= panne/critique <0,05 </cibles >
    < initiative >Renforcement des capacités des systèmes d'information</ initiative ></ objectifs >
</ Stratégie ></ processus_Privé >
< processus_Public >< Stratégie >
    < objectifs >Exploitation optimale des services web publiés
    < mesures >Nombre de violations d'accès </ mesures >
    < cibles > Taux de violations d'accès <0,005 %</ cibles >
    < initiative >Renforcer les conditions de sécurité </ initiative ></ objectifs >
</ Stratégie ></ processus_Public >
< Apprentissage_croissance >< Stratégie >
    < objectifs >Améliorer la performance actuelle et future des collaborateurs
    < mesures >Taux Employé formé </ mesures >
    < cibles >80% employé formé en 2020</ cibles >
    </ objectifs >
</ Stratégie ></ Apprentissage_croissance >
</ perspectives >

```

Figure 4.1. Fichier XML associé au DTD de Dashboard de supervision.

4.4.4 Modélisation UML de protocole d'interaction

Avant de modéliser le protocole d'interaction pour l'ensemble des PMs à superviser au sein de l'AGB, il faut tout d'abord les identifier :

a. Les PMs internes (privées) :

- * PM de la direction des ressources humaine (DRH): Gestion des personnels ;
- * PM de la comptabilité : Elaboration des bilans (mensuel, annuel);

- * PM gestion de service clientèle ;
- * PM gestion de crédit ;
- * PM Retrait par chèque ;

b. Les processus métier externes (publics) :

- * PM e-Banking;
- * PM SMS banking;
- * PM e-Paiement;
- * PM virement inter-comptes;
- * PM Distributeurs automatique de billets DAB ;

Les SW à *coordonner* pour les publier et les contrats d'utilisation (interfaces de service).

- * **Service web e-Banking:** Contrat d'utilisation : (entrée : mot de passe + identifiant, sortie : solde + mouvement du compte).
- * **Service web SMS banking:** Contrat d'utilisation : (entrée : numéro de téléphone portable, sortie : solde).
- * **Service web: e-Paiement :** Contrat d'utilisation : (entrée : mot de passe + CIB+ montant, sortie : ticket).
- * **Service web virement inter-comptes :** Contrat d'utilisation : (entrée : Num de compte de client, Num de compte de bénéficiaire, montant, sortie: réponse).
- * **Service web: DAB :** Contrat d'utilisation : (entrée : mot de passe + CIB+ montant, sortie : billets).

c. Le diagramme d'interaction

Il présente la coordination et la collaboration entre le client et de l'ensemble des PMs internes et externes de la banque en utilisant le diagramme d'interaction d'UML, une partie de ce diagramme est présentée dans la figure 4.2.

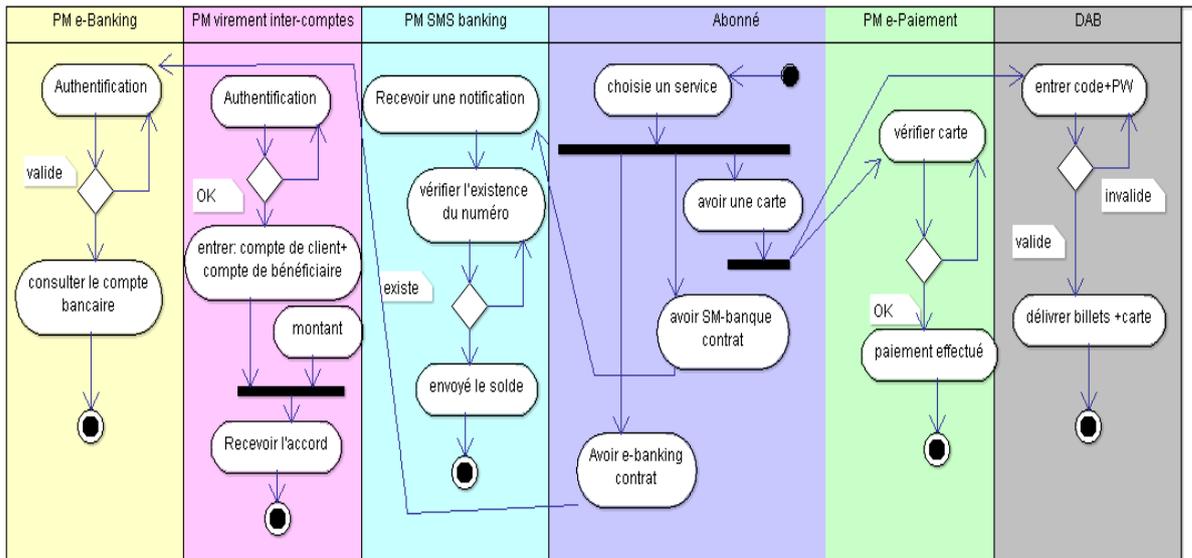


Figure 4.2. Protocole d'interaction des PMs

4.4.5 Spécification BPEL4WS de protocole d'interaction

La présente section, propose la spécification des Processus exécutable BPEL4WS, c-à-d ; pour chaque PM, on doit spécifier l'ordre d'exécution des activités qui les constituent, des partenaires impliqués dans le PM, des messages échangés entre ces partenaires, et le traitement de fautes et d'exceptions spécifiant le comportement dans les cas d'erreurs ou d'exceptions. La section suivante envisage ces spécifications des PMs déjà mentionnés :

a. PM SMS Banking : Ce PM représente l'opération de consultation du solde d'un compte bancaire en envoyant un SMS. En respectant les étapes suivantes (voir la Figure 4.3) :

- Le client envoie un SMS vide au serveur de messagerie de sa banque.
- Le système stocke le numéro de téléphone, et vérifie son existence dans la base de données :
- Si le numéro de téléphone existe, le système envoie un SMS contenant le solde de client de ce numéro.
- Sinon, le système ignore cette demande.

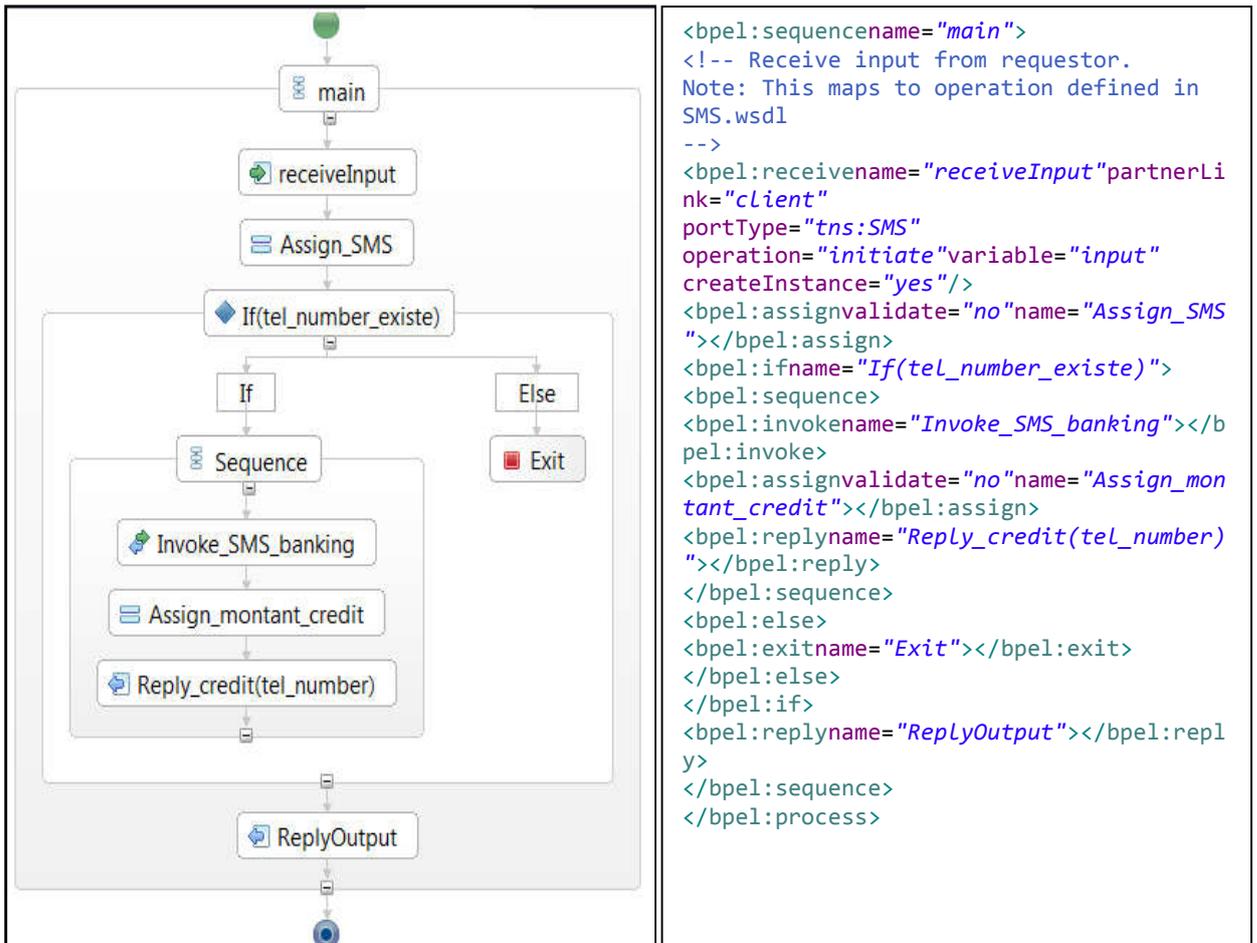


Figure 4.3. Spécification BPEL4WS de PM SMS Banking et son document WSDL.

b. PM e-Banking : Ce PM représente la phase d'authentification d'un client au site web pour accéder à sa page personnelle. En respectant les étapes suivantes (voir la Figure 4.4) :

- Saisir de l'identifiant du client et son mot de passe.
- Stocker les informations dans une variable de PM.
- Invoquer le PM authentification, pour demander à la banque une autorisation.
- Recevoir la réponse de la banque.
- Stocker la réponse dans une variable de PM.
- Si le client existe dans la base de données, invoquer le service e-banking, le système lui affiche sa page personnelle contenant le montant et les transactions réalisés.
- Sinon, il affiche un message d'erreur.

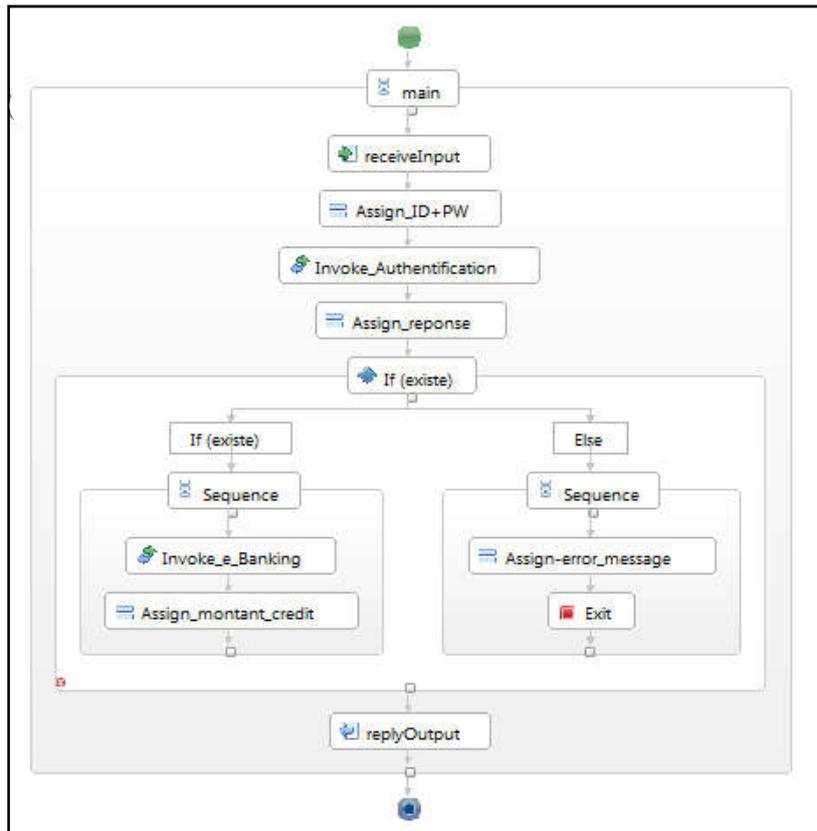


Figure 4.4. Spécification BPEL4WS de PMs Authentication et e-Banking.

c. **PM e-virement:** Ce PM représente l'opération de virement inter compte bancaire via le site d'internet. En respectant les étapes suivantes (voir la Figure 4.5) :

- Il faut tout d'abord faire appel au PM Authentication.
- Après la validation, le client saisir ses informations : Num compte de client, Num compte de bénéficiaire et le montant.
- Stocker ces informations dans une variable de PM.
- Invoquer la banque afin d'avoir une autorisation pour faire l'opération.
- Recevoir la réponse de la banque.
- Stocker la réponse dans une variable de PM.
- Envoyer la réponse au client, soit une confirmation de succès de l'opération ou son échec.

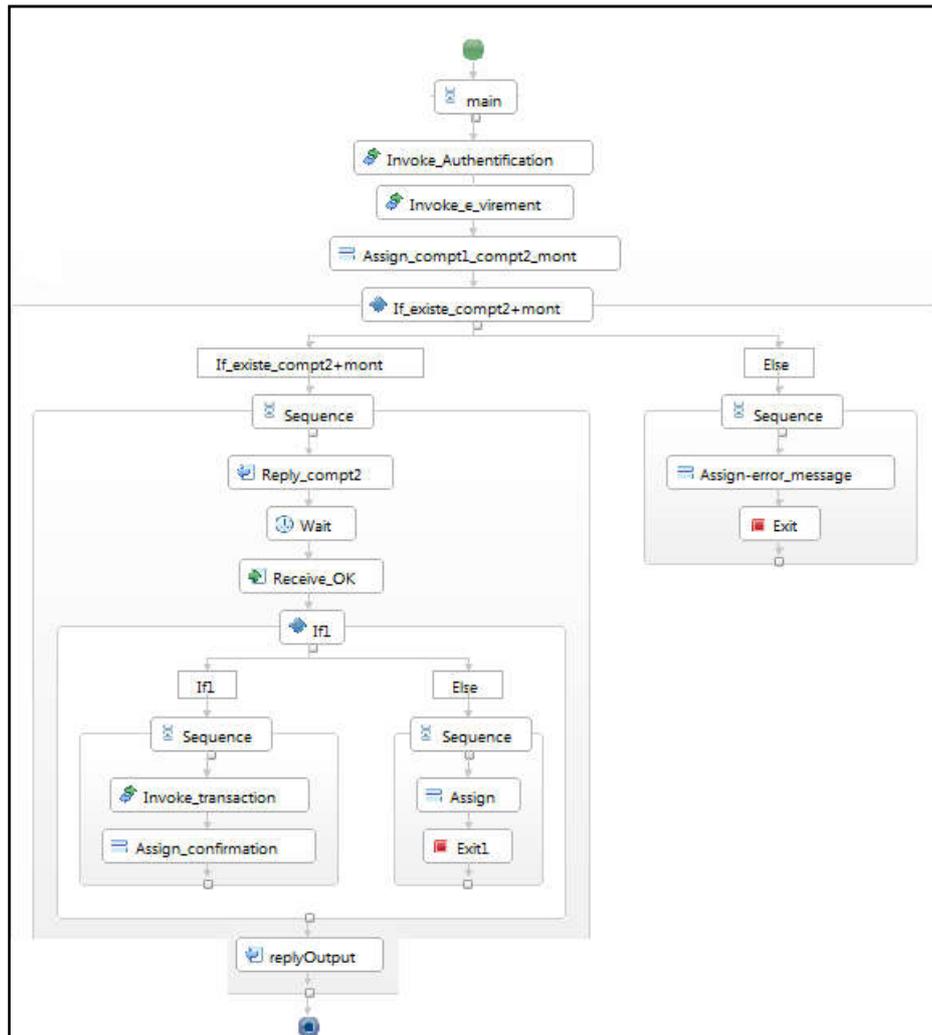


Figure 4.5. Spécification BPEL4WS de PM e-virement.

d. Spécification de protocole d'interaction globale : La figure 4.6 décrit le protocole d'interaction globale comme un Processus abstrait, en spécifiant cette interaction globale par les échanges de messages entre les différentes parties, sans spécifier le comportement interne de chacun d'eux.



Figure 4.6. Scénario d'interaction globale.

4.5 Simulation du système multi agent pour la supervision métier

En utilisant l'outil logiciel le plus approprié, le SSIM pourrait être mis en place en tant que société d'agents (SMA) par l'intermédiaire des agents spécifiés: AP, AC, AL et AM. Ce système fonctionne grâce à ces rôles. En outre, la base de données d'historique doit être implémentée. Dans l'approche proposée, l'activité de la supervision doit être mise en œuvre: les mesures requises sont prises par un ensemble d'agents mobiles. Les valeurs des cibles sont initialisées dans le fichier XML de Dashboard, et qui doivent comparer et analyser avec les mesures actuellement prises. En tant que résultats d'analyse, les initiatives sont prises en compte.

La Figure 4.7 montre l'interface graphique, GUI (Graphic User Interface) de notre application en correspondance avec sa fenêtre sous JADE.

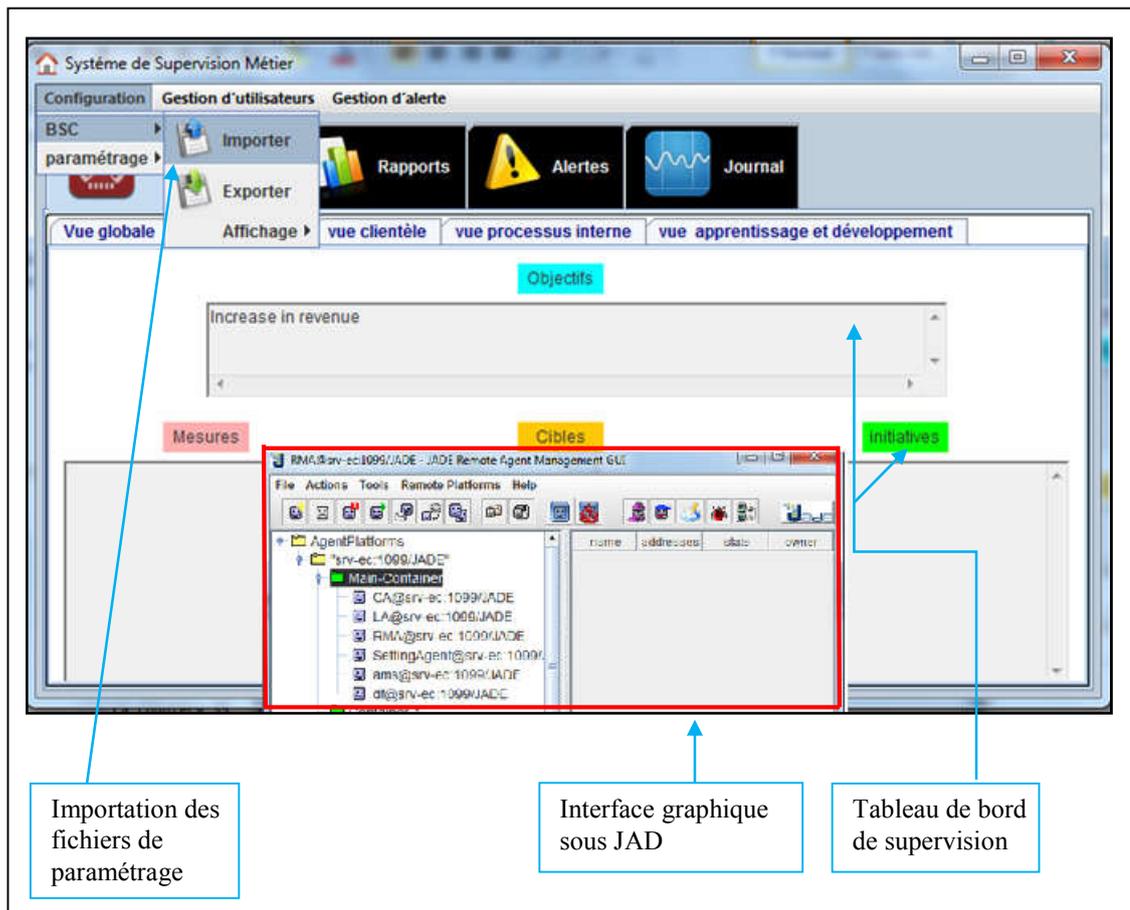


Figure 4.7. Interface de l'application avec une fenêtre sous JAD.

4.5.1 Création des agents sous JADE La mise en œuvre de l'approche proposée nécessite une application permettant la supervision des PMs. Dans cette section, le comportement des différents agents a été simulé à l'aide d'une plate-forme multi-agents.

Pour cela, la plate-forme JADE est adoptée. Puisque, elle simplifie l'implémentation de systèmes multi-agents à travers un middleware qui respecte les spécifications FIPA et à travers un ensemble d'outils graphiques prenant en charge les phases de débogage et de déploiement. Il est aussi un Framework open source est entièrement implémenté dans la langue Java. Cette plate-forme peut être distribuée à travers les machines. Une seule application Java et donc une seule machine virtuelle Java est exécutée sur chaque hôte.

Les agents sont implémentés sous la forme de threads Java qui vivent dans des conteneurs d'agents qui fournissent le support runtime pour l'exécution de l'agent. La plate-forme JADE fournit des mécanismes de sécurité pour son propre usage. La plate-forme est conforme aux spécifications FIPA avec les capacités d'offrir un dialogue intra-plate-forme et inter-plates-formes avec un transport efficace des messages ACL. En outre, il fournit une bibliothèque de protocoles d'interaction FIPA. Dans JADE, les agents sont représentés comme des instances de la classe Java. Chaque classe java est une extension de la classe d'agent de base (inclus dans jade.core). Ces classes implémentent la méthode de "setup" dans laquelle les comportements de l'agent sont ajoutés. Ces comportements permettent la description des actions et des tâches de l'agent par l'implémentation de la méthode «action» à l'intérieur de la classe "Behaviour". Le squelette de la classe MyAgent pourrait être construit comme il est montré dans la Figure 4.8, d'un exemple de l'AL.

```

import java.util.*;
import java.io.*;
import jade.core.*;
import jade.core.behaviours.*;
import jade.lang.acl.*;
import jade.content.*;
import jade.content.lang.*;
import jade.content.lang.sl.*;
import jade.content.onto.basic.*;
import jade.domain.*;
import jade.domain.mobility.*;
import jade.domain.JADEAgentManagement.*;
public class CollectorAgent extends Agent {
    public jade.wrapper.AgentContainer home;
    public jade.wrapper.AgentContainer[] container = null;
    public Map locations = new HashMap();
    public Vector agents = new Vector();
    public int agentCnt = 2;
    public int command;
    public int compt = 0;
    // transient protected ControllerAgentGui myGui;
    // Get a JADE Runtime instance
    jade.core.Runtime runtime = jade.core.Runtime.instance();
    // private AID controller;
    // private Location destination;
    protected void setup() {
        // -----
        // Register language and ontology
        getContentManager().registerLanguage(new SLCodec());

        getContentManager().registerOntology(MobilityOntology.getInstance());
        try {
            // Create the container objects
            home = runtime.createAgentContainer(new ProfileImpl());
            container = new jade.wrapper.AgentContainer[3];
            for (inti = 0; i < 5; i++){
                container[0] = runtime.createAgentContainer(new ProfileImpl());
            }
            doWait(2000);
            // Get available locations with AMS
            sendRequest(new Action(getAMS(), new
QueryPlatformLocationsAction()));
            // Receive response from AMS
            MessageTemplate mt = MessageTemplate.and(
                MessageTemplate.MatchSender(getAMS()),
                MessageTemplate.MatchPerformative(ACLMessage.INFORM));
            ACLMessage resp = blockingReceive(mt);
            ContentElement ce = getContentManager().extractContent(resp);
            Result result = (Result) ce;
            jade.util.leap.Iterator it = result.getItems().iterator();
            while (it.hasNext()) {
                Location loc = (Location)it.next();
                locations.put(loc.getName(), loc);
            }
        } catch (Exception e) { e.printStackTrace(); }
        // Program the main behaviour of this agent
        addBehaviour(new Launching_Collecting_Measures(this));
    }
}

```

Figure 4.8. Classes d'extension de l'agent et son comportement.

Nous avons créé les quatre agents AP, AC, AL et AM de notre SSIM dans le conteneur principal «main container», et à chaque clone d'agent mobile son propre conteneur qui représente la destination hôte. Toutes les conversations (les messages

envoyés et reçus) entre les agents peuvent être reniflés, surveillés et affichés sur l'interface utilisateur graphique de l'outil "Sniffer Agent".

Pour notre SSIM, nous définissons un package «superv_system» qui comprend quatre classes correspondant à nos agents: Coordinateur, Collecteur, Paramètres, Paramètres Gui, et agent mobile. La figure 4.9 définit un ensemble de quatre «agent mobile», dont chaque un possède son propre conteneur.

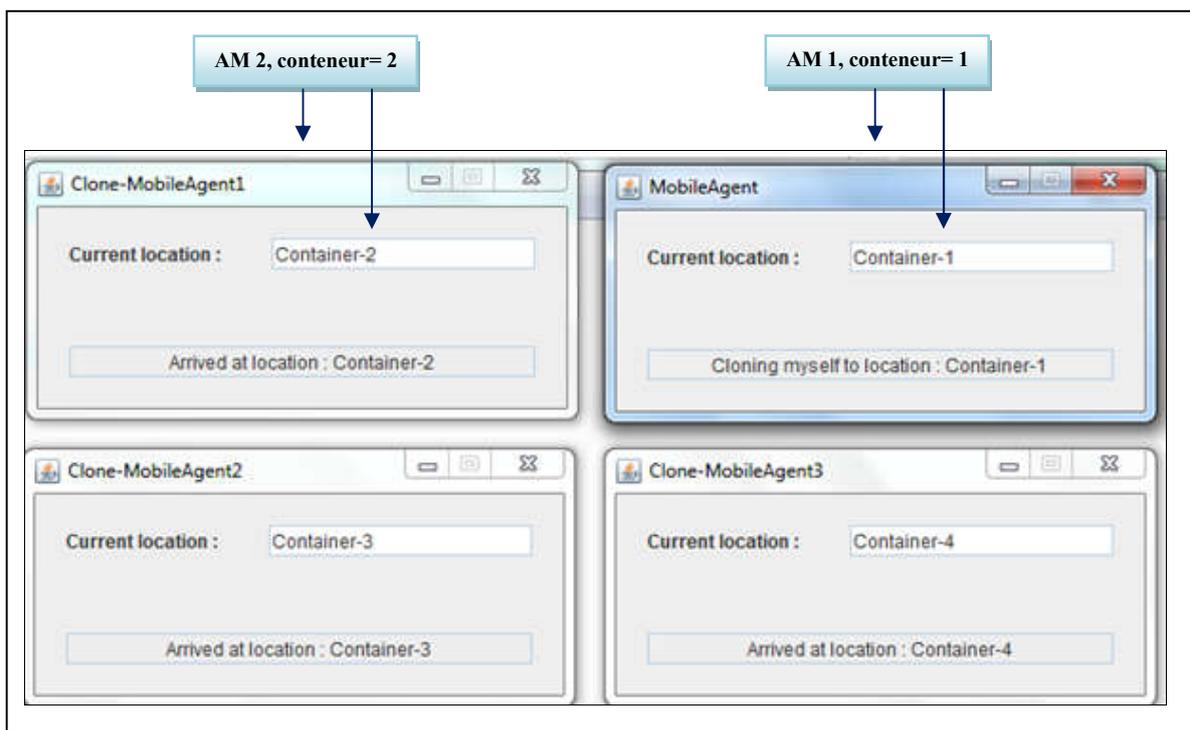


Figure 4.9. Conteneur unique de chaque agent mobile cloné.

4.5.2 Représentation de coopération inter agent

Comme notre implémentation repose sur la communication entre les différents agents, nous utilisons des agents cognitifs capables de planifier leurs actions et de se souvenir de leur état, afin d'évaluer les offres qui leur sont disponibles. Un prototype a été implémenté en utilisant des standards. Une vue partielle pour l'envoi d'un message peut être construite comme le montre la Figure 4.10. Le succès de la diffusion de l'information entre l'AM et l'AL réside certainement dans la standardisation des protocoles de communication ACL.

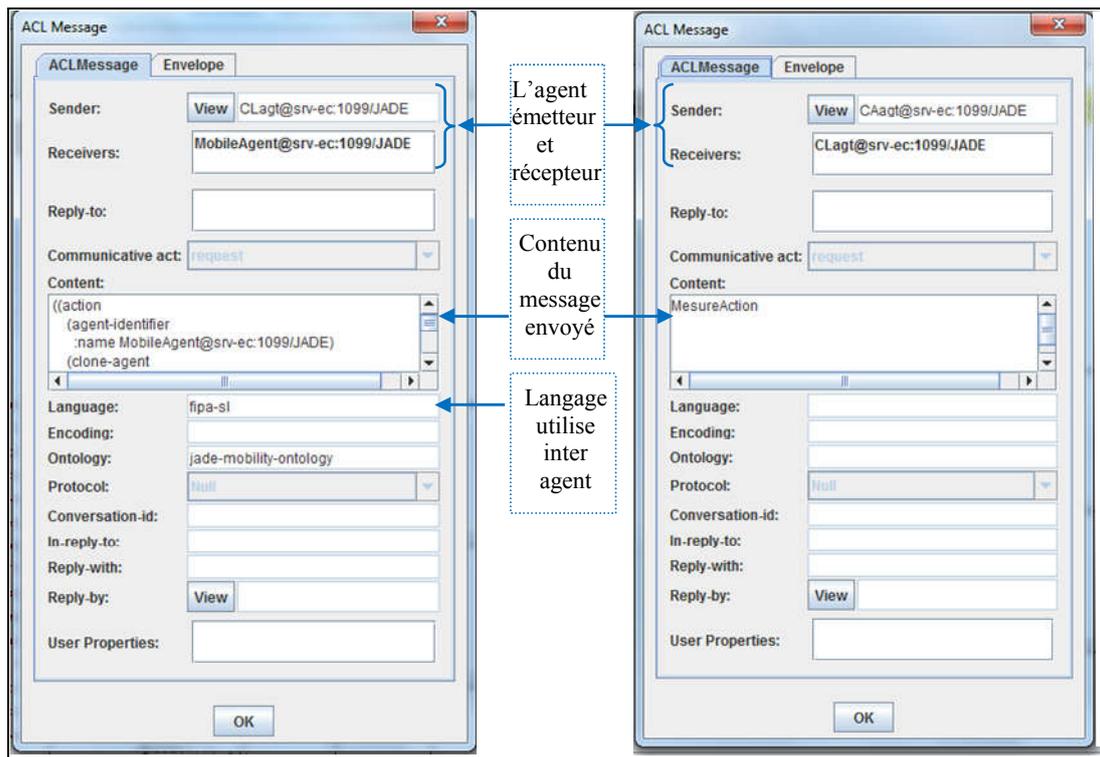


Figure 4.10. Messages ACL en JADE.

Tous les messages envoyés et reçus par les agents peuvent être capturés et affichés sur l'interface 'Introspector'. La figure 4.11 présente un exemple de l'interface Introspector de l'agent qui montre les messages reçus par l'AL.

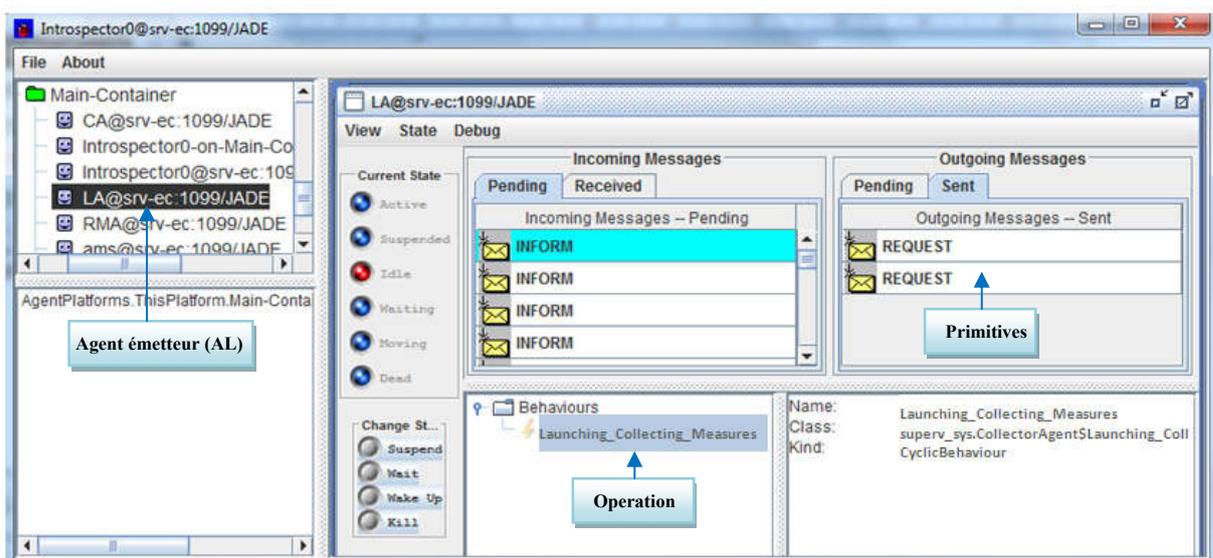


Figure 4.11. Agent introspector de LA.

La figure 4.12 montre l'agent sniffer, qui représente un exemple de messages d'interaction échangé, entre les agents du système en respectant les primitives de protocole de supervision, et les deux phases du protocole de migration.

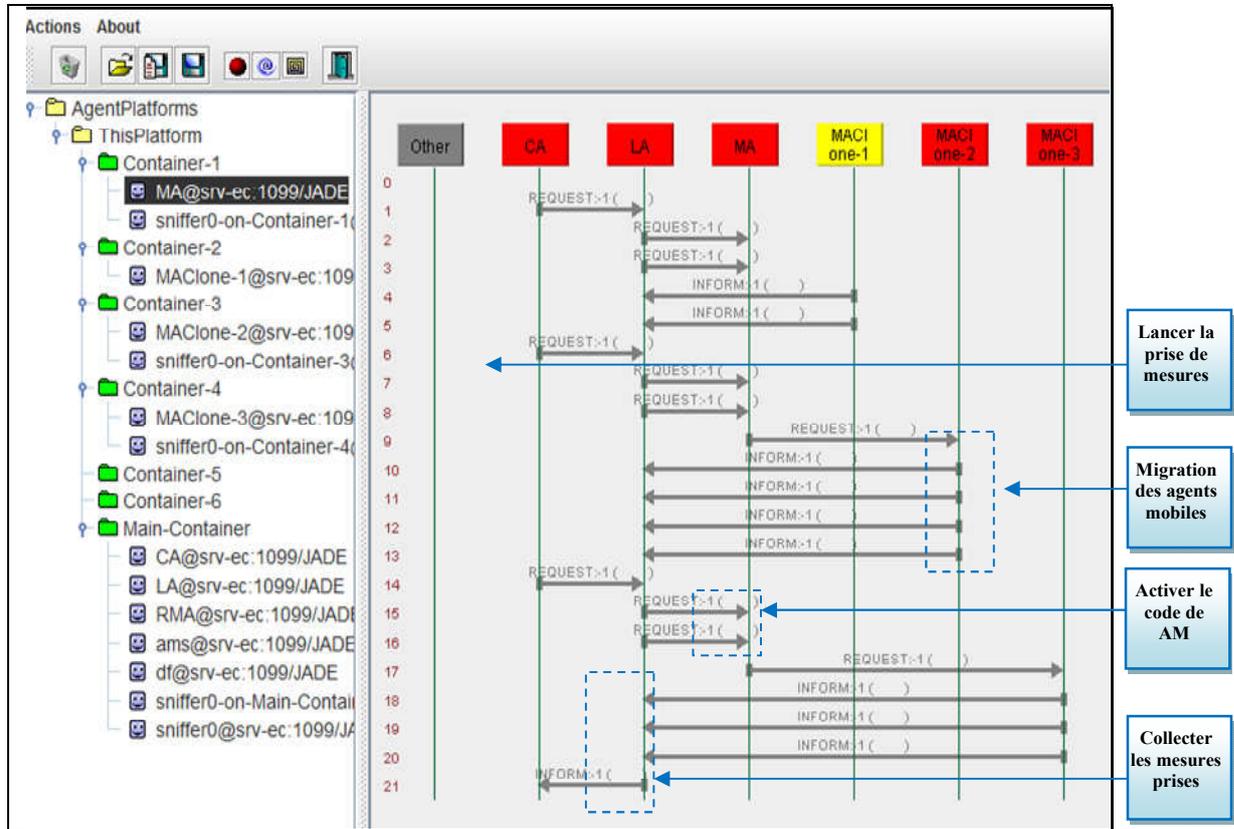


Figure 4.12. Communication entre les agents sous les protocoles définis.

Après la migration d'un certain nombre d'agents mobiles, et en respectant le protocole de supervision aussi bien que le protocole de migration, la figure 4.13, envisage un résultat final, sous forme de BSC étendu, décoré par la perspective comme information principale reliant l'objectif avec leur valeurs cibles, leurs valeurs mesurés et leurs initiatives.

Pour donner plus de détail d'implémentation, la partie Annexe propose plusieurs interfaces graphiques, qui complètent la description de notre approche globale.

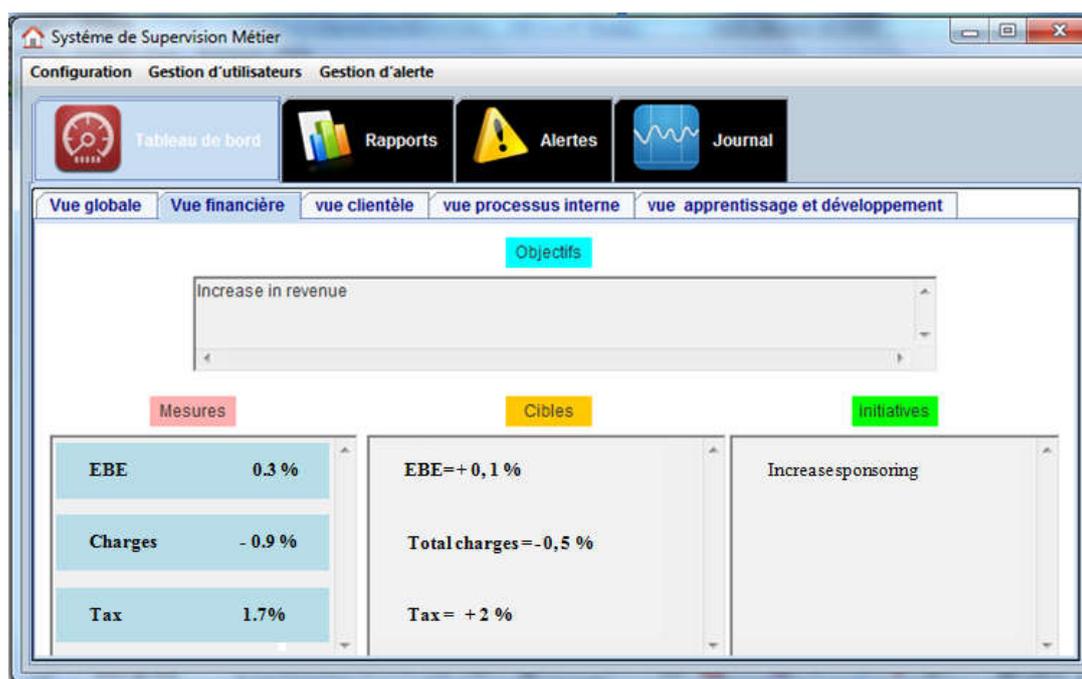


Figure 4.13. Interface du système après la prise de mesures selon la vue financière.

Grâce à la structure de la base de données historique définie dans la phase de conception de chapitre 3, il est nécessaire pendant la phase d'implémentation, de créer les tables: Perspective, Objectif, Mesure et Trace, et d'ajouter les attributs qui les lie entre eux, en utilisant l'outil de base de données le plus approprié. L'objectif est de fournir une sauvegarde et une restauration restreinte des requêtes à toutes demandes. Comme résultat d'un cycle de supervision, la table 4.3 montre une trace de la base de données d'historique capturée dans un temps précis, afin d'aider les dirigeants dans l'analyse et la prise de décision.

4.6 Agilité de l'approche proposée

Nous mentionnons que l'approche proposée offre le gain d'agilité, qui est la capacité de changements faciles. Cela prouve une valeur ajoutée à cette approche. Car, dans un système de supervision, seules les entreprises agiles, qui peuvent repenser ou reconfigurer leurs opérations et leurs PMs de manière flexible dans une analyse, et peuvent aussi survivre dans les mouvements et dans l'évolution rapide des systèmes sociaux et économiques, en testant les mesures actuellement prises.

La propriété d'agilité est granitée dans notre solution, car elle manipule les concepts suivants:

4.6.1 Du côté BSC: L'agilité est garantie dans le tableau de bord équilibré, par la définition à priori des objectifs stratégiques de l'entreprise à travers son propre tableau de bord équilibré (BSC) indépendamment de tous système ou détail technique. L'agilité de cette solution se situe aussi lorsque la flexibilité de manipuler les propriétés des objectifs tel que les mesures prises et les valeurs de chaque cibles. **Selon [Kaplan 2000] et [Sim 2001] :** i) Le concept du BSC est l'exemple typique d'une démarche structurante pour bâtir une entreprise capitaliste parfaite où toutes les ressources sont optimisées et mises à contribution de l'accroissement de la valeur actionnariale. ii) Souplesse de manipuler les propriétés (objectives, cibles et mesures) de chaque dimension de tableau de bord : finance, client, processus interne et apprentissage/croissance, indépendamment l'une de l'autre, si il est nécessaire d'améliorer la stratégie métier de l'entreprise. iii) Au cœur du concept de tableau de bord équilibré on parle de sa «théorie de l'entreprise»: les entreprises qui améliorent en permanence leurs capacités d'apprentissage et d'innovation d'atteindre une meilleure performance dans leurs PMs internes qui, à son tour, entraîne l'exécution la plus efficace de leurs propositions de valeur client et éventuellement entraîner un avantage concurrentiel durable et l'amélioration de la performance financière.

4.6.2 Du côté BPEL4WS: La propriété d'agilité existe encore dans l'abstraction de BPEL4WS, lorsque l'interface est la seule partie visible de ces composants. De plus, c'est un langage standard et portable à base d'XML. L'abstraction de contenu des codes programme, où l'interface est la seule partie visible des ces composants. L'interopérabilité aussi est garantie, si plusieurs SW s'invoquent avec des plates-formes différentes. La re-modélisation est souple, lorsque des modifications sont survenues sur la définition d'un tel service.

4.6.3 Du côté UML: L'agilité émerge également dans une modélisation graphique simple des diagrammes UML, qui sont flexibles à manipuler et faciles à raffiner.

4.6.4 Du côté Agent : les agent sont de nature agiles, puisque en premier lieu, ils sont des entités interopérables indépendant de toutes les plateformes. Ainsi ils sont autonomes, géographiquement dispersés et voulant coopérer pour réaliser un but commun. Au sein de cette société, l'interaction se base dans notre cas sur le protocole d'interaction, et sur le protocole de supervision et le protocole de migration pour le fonctionnement de système de supervision.

Par conséquent, nous présentons une nouvelle solution agile quand il est facile d'affiner un concept sans impliquer les autres.

4.6.5 Degré de granite de la propriété d'agilité

En synthèse, la table 4.4, propose d'interpréter la nature de chaque concept adopté dans notre approche par son degré d'agilité:

Concepts définis	Nature	Degré d'agilité
Méthodologie		
UML	Langage Semi-formel et graphique.	Forte : un standard graphique, flexibles à manipuler et faciles à raffiner.
BPEL4WS	Langage textuel en XML (WSDL) et graphique (Dessin).	Forte : un standard de haut niveau d'abstraction, lorsque l'interface est la seule partie visible de ces composants.
Protocole d'interaction	Structure textuelle d'un fichier XML.	Forte : un fichier XML sérialisé, il sera facilement importé lorsque il est raffiné.
BSC	Structure tabulaire.	Forte : une structure pour la définition à priori la stratégie métier de l'entreprise indépendamment de tout système ou détail technique, selon des perspectives.
Stratégie métier	Structure textuelle d'un fichier XML.	Forte : un fichier XML sérialisé, il sera facilement importé lorsque il est raffiné.
Architecture d'un SSIM		
Agent	Structure de données (classe Java).	Forte : une interopérabilité dans la communication et dans le comportement.
Protocole de supervision	Séquence de primitives (messages en langage ACL).	Moyenne : une séquence des messages échangés entre les agents indépendamment des autres composants du système.
Protocole de migration	Séquence de primitives (messages en langage ACL).	Moyenne : une séquence des messages échangés entre les agents indépendamment des autres composants du système.

Table 4.4. Agilité des concepts adoptés dans l'approche proposée.

4.7 Evaluation et discussion

L'objectif global du présent travail de recherche est de fournir une approche de supervision agile qui se compose en deux principales contributions : une méthodologie et une architecture. La première contribution utilise le BSC et le BPEL4WS étendus à travers un protocole d'interaction. La deuxième contribution exploite le protocole d'interaction, et

utilise le paradigme de l'agent afin de modéliser les différents rôles d'agents et les relations entre eux à travers un protocole de supervision et un autre de migration, comme une séquence de primitives.

En fait, notre approche peut être appliquée et généralisée à diverses PMs. À cet effet, nous avons évalué notre approche en utilisant le meilleur exemple convivial lié au domaine de la banque électronique, nous appliquons les étapes de notre étude de cas en utilisant la simulation par JADE. Grâce à cette application et à leur mise en œuvre, nous assumant que nous avons comblé le fossé entre la théorie et la pratique. Les simulations prouvent que le SSIM présenté peut augmenter l'efficacité, la collaboration et la coordination. Les résultats de cette étude de cas sont les suivants:

i) Afficher la valeur actuelle du BSC qui lisse l'analyse par vue des niveaux hiérarchique d'utilisateurs. ii) Editer les rapports (courbe, histogramme, quotidien/hebdomadaire / mensuel, etc). iii) Déclencher des notifications en temps réel. iv) Gérer les profils d'utilisateurs et configurer les paramètres système.

Notre travail de recherche peut être utilisé dans plusieurs impacts pratiques. Tout d'abord, dans l'impact économique, car elle aide les entreprises à prendre une meilleure prise de décision, afin de conserver leur avantage concurrentiel sur le marché actuel de nature dynamique, il est de plus en plus nécessaire pour les entreprises de rationaliser leurs PMs afin de réduire les coûts et d'améliorer les performances. Les avantages de cette solution sont les suivants:

- Connaître à tout instant la situation de l'entreprise (valeurs actuelle de BSC).
- Suivre l'atteinte des objectifs (à travers les mesures prises de BSC).
- Suivre le déploiement stratégique (à travers les objectifs de BSC).
- Ajuster le décalage entre objectifs et résultats (écart entre mesure prise et cible).
- Piloter l'entreprise et aider à prendre des décisions.
- Visibilité sur l'avancement des PMs (rapports, écrans ...).
- Tracer la qualité du service en fournissant un ensemble d'indicateurs (IKP) et de produire des rapports sur la qualité informatique (traces de base de données historiques).

- Offrir un contexte plus favorable pour contrôler les processus stratégiques (protocole de supervision).
- Rendre possible l'adaptation dynamiquement aux nouvelles conditions (modification des indicateurs de BSC, stratégie métier). Et détecter, réduire et résoudre les problèmes avant qu'il ne soit trop tard (alerte ou notification).

Par conséquent, notre approche peut être appliquée à divers types de PMs, mais elle présente certaines limites : tout d'abord, nous citons la difficulté de trouver les meilleurs indicateurs (objectifs et mesures) de BSC et le moment approprié pour les mettre à jour, aussi comment associer une valeur réelle (cible) sur le marché pour appliquer l'analyse. De plus, l'identification floue des PMs qui ont à la fois des activités internes et externes. Nous notons, le manque de transformation semi-automatique de la stratégie métier vers son fichier XML. Nous mentionnons aussi, la prolifération des sources d'information non cohérentes entre elles, peut se révéler d'interprétation difficile, et parfois même inaccessible. Une autre limite est relative à la capacité du système d'information de fournir toutes les informations nécessaires pour la supervision des différents perspectives.

La Table 4.5, a enrichi la Table 1.1 de chapitre 1 sur la synthèse de travaux de supervision étudiés, par l'ajout de nos deux contributions sous forme de méthodologie et architecture d'un système.

Travaux proposés	Type des solutions de supervision		Concepts utilisés	Domaine d'application
	Méthode	Système		
La solution proposée: Contribution 1	Méthodologie de paramétrage de SSIM		<ul style="list-style-type: none"> - Transformer le BSC étendu basé stratégie métier en fichier XML. - Spécifier par BPEL4WS le protocole d'interaction en XML. 	e-banking
La solution proposée: Contribution 2		Architecture de SSIM	<ul style="list-style-type: none"> -Exploiter les deux fichiers XML de la méthodologie comme des paramètres de system. -Définir une architecture d'un SMA. - Spécifier un protocole de supervision. - Spécifier un protocole de migration 	e-banking

Table 4.5. Complément du synthèse de travaux de supervision étudiés par l'approche proposée.

4.8 Conclusion

Le travail rapporté dans ce chapitre décrit les aspects expérimentaux de la mise en oeuvre de l'approche orientée stratégie pour la supervision métier proposée dans ce manuscrit.

Dans la première partie, nous avons motivé le choix d'appliquer nos contributions dans le domaine bancaire modernisé. Dans la seconde partie, et pour implémenter notre system, nous nous sommes basés sur des standards. Pour cela, nous avons utilisé la technologies de l'agent et de FIPA-ACL. L'architecture proposée a été implantée en utilisant la plate-forme Jade. Cette plate-forme permet de simplifier le développement des systèmes multi-agents tout en fournissant deux protocoles conformes aux spécifications FIPA. La proposition d'une stratégie métier, la construction d'un tableau de bord équilibré BSC et leurs transformation XML sont bien présentés dans la troisième partie. Dans la quatrième partie se trouve : i) la construction de BSC étendue avec son fichier XML, ii) la spécification BPEL4WS de l'interaction des PMs à superviser, iii) l'implémentation de protocole de supervision, iv) l'élaboration de la base de données Historique v) et la réalisation de notre SSIM. Pour se faire, nous avons exposé une simulation afin de mener des expérimentations préliminaires. Dans la cinquième partie, l'approche proposée a répondu aux critères d'agilité et d'adaptabilité aux besoins de l'organisation. Elle offre une nouvelle feuille de route pouvant être implémentée par les gestionnaires d'ingénierie dans toute organisation pour résoudre les désalignements des stratégies métier et de performances de l'interaction.

Finalement, nous avons exposé les détails techniques d'implémentation du prototype que nous avons exploité afin de mener des expérimentations préliminaires. Actuellement, nos efforts de développement se portent sur la complétude de tous les aspects du système, et de fournir un support visuel, facilitant ainsi l'interaction et la compréhension des résultats retournés et ainsi pouvoir mener des tests plus approfondis.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Au terme de ce travail de recherche, nous pouvons constater que les systèmes d'information de l'entreprise utilisent de nombreux PMs pour assurer leur fonctionnement comme un ensemble d'activités réalisant conjointement un objectif métier et commercial, compatible avec les changements rapides vus dans la vie économiques. Chaque PM est adopté par une seule entreprise, mais il peut interagir avec d'autres PMs réalisés par d'autres entreprises d'une manière autorisée et contrôlable. Par ailleurs, la supervision de ces PMs est une opération d'amélioration permettant de mesurer, de vérifier et d'analyser les différences observées entre les valeurs attendues et les valeurs mesurées. Tout écart est sanctionné en effectuant des actions correctives sur ces PMs. Cependant, la GPM souffre d'une certaine limitation de l'optimisation en raison d'absence de bonnes méthodes de supervision, puisque le contrôle des PMs internes et externes a impliqué la réalisation de la stratégie métier de l'entreprise et de ses objectifs globaux. Dans ce cas, la question importante est relative aux concepts utilisés pour fournir des systèmes pouvant accéder aux indicateurs critiques des PMs, dans le but est d'améliorer leurs performances et leur efficacité de façon réactive. Dans ce contexte, notre travail de recherche avait comme objectif de fournir un cadre méthodologique et une solution de réalisation d'un Système SSIM au sein d'une entreprise.

1. Bilan des contributions

Dans la présente solution, plusieurs contributions ont été développées :

La première contribution a porté sur l'élaboration d'une méthodologie. Cette dernière permet d'identifier la stratégie métier de l'entreprise afin de construire une nouvelle structure de BSC, puisque le BSC est une méthode de mesure de performance qui comprend non seulement des mesures financières traditionnelles, mais aussi des mesures qualitatives telles que la satisfaction des employés, la mission de l'entreprise et la fidélité des clients. Cette structure respecte l'équilibre selon quatre perspectives: financière, client, PM internes et apprentissage/croissance. Cette structure a été étendue par l'ajout de «PM public» en tant que nouvelle perspective, elle s'appelle le Dashboard de supervision. Par la suite, elle a été complétée par des mesures, des cibles et des initiatives pour chacune des cinq perspectives, pour être transformée à la fin en fichier XML. De plus, ce niveau fournit

la spécification d'un protocole l'interaction des PMs internes et externes à superviser par le langage BPEL4WS.

Dans une seconde contribution, nous avons présenté une architecture d'un système de supervision. Cette architecture est basée sur un SMA qui respecte l'ordonnancement des primitives de deux sortes de protocole : i) un protocole de supervision permettant de spécifier l'ordonnancement de supervision selon quatre rôles d'agent : paramétrage, coordinateur, collecteur et mobile. ii) un protocole de migration permettant de spécifier l'arrangement d'un ensemble d'agents mobiles, qui migrent pour prendre les mesures requises en fonction des destinations demandées. Par conséquent, le paradigme agent est probablement la technologie la plus appropriée pour garantir l'interopérabilité dans des systèmes hétérogènes. Elle permet une combinaison facile de diverses techniques d'intelligence artificielle comme la distribution, l'ouverture et l'interaction dynamique. De plus, les agents sont exploités pour la conception et / ou la simulation de systèmes complexes, en tant qu'entités autonomes capables de remplir leurs plans sans avoir besoin d'une interaction continue de la part de l'utilisateur.

Notons bien que cette solution respecte la propriété d'agilité qui a la capacité des changements flexibles, ce qui prouve plus d'intérêt et d'avantage ajoutée à cette approche.

Pour illustrer notre système, nous avons appliqué cette approche dans une étude de cas sur l'e-Banking, et simuler les interactions inter-agents dans une plate-forme de développement des SMAs. JADE est la plate forme choisie pour développer notre système. C'est une plate-forme qui prend en compte les spécifications de FIPA pour l'interopérabilité des systèmes multi-agents.

2. Perspectives des travaux

La réalisation de notre architecture ne signifie pas qu'elle n'est 'pas susceptible à être améliorée. Bien entendu, aucun système ne peut prétendre être parfait. Toutefois, selon notre étude, nous sommes convaincus qu'il faut admettre la réalité suivante : le contexte applicatif de notre approche nous a donné une idée claire et assez réaliste des limites des différents points de l'architecture proposée. Notre étude de cas, nous montre que nous pouvons augmenter l'efficacité du système en choisissant aussi des pratiques.

Toutefois, les travaux proposés dans cette thèse nous permettent d'ouvrir plusieurs perspectives.

- **Transformation automatique des fichiers XML de Dashboard.** Il sera intéressant de construire un moteur de transformation automatique qui accepte en entrée la stratégie métier de l'entreprise, les données de Dashboard et fournir en sortie un fichier.
- **Interprétation optimale du protocole d'interaction.** L'idée est comment trouver le modèle optimal le plus pertinent pour bien interpréter le protocole d'interaction. Il sera possible de rendre ce protocole comme un objet situé dans l'environnement de système, soit il sera lui-même un agent.
- **Renforcement du Dashboard par des indicateurs temporels.** Il s'agit de définir d'autres paramètres de surveillance en plus des aspects liés au temps d'exécution, en tenant compte d'autres KPI dans le cadre des mesures de BSC, ce qui renforcera l'analyse de la stratégie métier associée aux mesures prises .
- **Modélisation formelle, vérification et validation des protocoles étudiés.** Nous pensons également à adopter un formalisme formel pour spécifier les propriétés des trois protocoles: a) d'interaction, b) de supervision et c) de migration, en utilisant les réseaux de Petri. Nous pensons par la suite, à la vérification et à la validation des propriétés pertinentes de ces modèles formels par des outils dédiés, pour détecter les erreurs dès que possible.
- **L'achèvement et l'amélioration de notre implémentation.** Nous sommes actuellement en train d'étendre notre application en utilisant le langage de programmation Java avec la plateforme JADE, afin d'effectuer des simulations possibles ainsi l'interaction et la compréhension des résultats retournés et permettant alors de mener des tests plus approfondis.

Bibliographie

Bibliographie

- [**AGB 2017a**] Algeria Gulf Bank (AGB), disponible sur: <https://www.agb.dz>. Visité le 13/06/2017.
- [**AGB 2017b**] Algeria Gulf Bank (AGB) strategy, disponible sur: <https://www.agb.dz/PDFA-AGBRapportAnnuel2013.html>. Visité le 12/06/2017.
- [**AGB 2017c**] Algeria Gulf Bank (AGB), disponible sur : <https://www.agb.dz/article-view-n7.html>, Visité le 07/04/2017.
- [**Abo-Hamad 2016**] Abo-Hamad, W. & Arisha, A. Multi-criteria approach using simulation-based balanced scorecard for supporting decisions in health-care facilities: an emergency department case study. *In Journal of Operational Research for Emergency Planning in Healthcare*, pages 85-118, 2016. (Cité pages 85, 88).
- [**Antonsen 2014**] Antonsen, Y. The downside of the Balanced Scorecard: A case study from Norway . *In Scandinavian Journal of Management, Vol. 30*, pages 40-50, 2014. (Cité page 45).
- [**Abe 2014**] Abe, M. & Kudo, M. Business Monitoring Framework for Process Discovery with Real-Life. *In Proceedings of BPM 2014 Workshops, LNCS 8659, Springer*, pages 416-423, 2014. (Cité pages 418, 420).
- [**Asim 2014**] Asim, M., Zhou, B., Llewellyn-Jone, D., Shi, Q. & Merabti, M. Dynamic Monitoring of Composed Services. *In chapter School of Computing and Mathematical Sciences, Liverpool John Moores University, Springer*, pages 235-245, 2014. (Cité pages 238, 240).
- [**Aalst 2008**] Aalst, V., & Lassen, K.B. Translating unstructured workflow processes to readable BPEL: Theory and implementation. *In International Journal of Information and Software Technology (INFISOFT), Vol. 50, N° 3, Elsevier*, pages 131–159, 2008. (Cité pages 133, 134, 145, 157).
- [**Aeken 1999**] Aeken, F. V. Les systèmes multi-agents minimaux- Un Modèle Adapté à l'Etude de la Dynamique Organisationnelle dans les Systèmes Multi-Agents Ouverts. *PhD thèse, Institut National Polytechnique de Grenoble*, 1999. (Cité pages 56, 86).
- [**Aris 2010**] ARIS projet, disponible sur <http://www.ariscommunity.com/university/downloads/aris-process-intelligence>. Visité le 04/05/2017.
- [**Austin 1962**] Austin, J. How to Do Things with Words. *In Oxford Press*, 1962. (Cité page 27.)

-
- [Baresi 2016] Baresi, L., Meroni, G., & Plebani, P. A GSM-based Approach for Monitoring Cross-Organisation Business Processes Using Smart Objects. *In Proceedings of BPM 2015 Workshops, LNBIP 256, Springer*, pages 389-400, 2016. (Cité page 395).
- [Berger 2005] Berger, A. & Pesty, S. Towards a conversational language for artificial agents in mixed community. *In Proc. of the 3rd International Central and Eastern European Conference on Multi-Agent Systems (CEE- MAS'05)*, pages 31-40, 2005. (Cité page 26.)
- [Benmerzoug 2009] Benmerzoug, D. Modèles et outils formels pour l'intégration d'applications d'entreprises. *PhD thèse. University of pierre et marie curi, France and University of Constantine, Algéria*. 2009. (Cité pages 6, 87).
- [Briol 2008] Briol, P. The origins of the organization of work. *In book of Engineering of Business Processes from Development to Operations*. 2008. (Cité pages, 2-24, 33-40, 87).
- [Barjis 2007] Barjis, J., Ultes-Nitsche U., & Augusto, J. C. Towards more adequate EIS. *In Journal of the Science of Computer Programming, Vol. 65, N°.1* pages 1-34, 2007. (Cité pages 13-29).
- [Berthier 2006] Berthier, D. Morley, C. & Demourieux, M. M. Enrichissement de la Modélisation des processus métiers par le paradigme des systèmes multi agents. *In Technical report, INT/ GET (Groupe des écoles des Télécommunications), France*, pages 15, 45, 2006. (Cité page 18).
- [Bergerand 2005] Bergerand, A. & Pesty S. Towards a conversational language for artificial agents in mixed community. *In Proceeding of the 3rd International Central and Eastern European Conference on Multi agent Systems (CEE- MAS'05)*, pages 31-40, 2005. (Cité page 34).
- [Bernard 2004] Bernard, D. & Mégard, P. BPM business Process Management. *In book of business management company's*, 2004. (Cité pages, 5-30, 33-50, 68-07).
- [Bussler 2002] Bussler, C. A discussion of implementation aspects in business-to-business scenarios, *book edited in 2002*. (Cité page 12).
- [Barbuceanu 1995] Barbuceanu, M. & Fox, M. S. A Language for Describing Coordination in Multi Agent Systems. *In Proceedings of the First International Conference on Multi agent Systems (ICMAS'95)*, The MIT Press, pages 17-24. 1995. (Cité page 22).

- [Chen 2016] Chen, Z., Xu, G., Mahalingam, V., Ge, L., Nguyen, J., Yu, W., & Lu, C. A cloud computing based network monitoring and threat detection system for critical infrastructures. In *Proceedings of Big Data Research 3*, Elsevier, pages 10-23, 2016. (Cité pages 12, 18).
- [Cabanillas 2014] Cabanillas, C., Di Ciccio, C., Mendling, J. & Baumgrass, A. Predictive Task Monitoring for Business Processes. In *proceeding of BPM 2014 workshop, LNCS 8659, Springer*, pages 424-432, 2014. (Cité page 428).
- [Croteau 2001] Croteau, A. M., & Bergeron, F. An information technology trilogy: business strategy, technological deployment and organizational performance. In *Journal of Strategic Information Systems, Vol. 10, N° 2*, pages 77–99, 2001. (Cité page 86).
- [Chandler 1962] Chandler, A. Strategy and Structure: *Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*, Beard Books, 1962. (Cité page 480).
- [Dumas 2016] Dumas, M. Intergiciel et Construction d'Applications Répartié. Disponible sur <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr/deed.fr>. Visité le 24/05/2016.
- [Daniel 2008] Daniel, M. Enterprise Architecture A to Z: Frameworks, in *book of Business Process Modeling, SOA, and Infrastructure Technology*, 2008. (Cité page 120).
- [Darío 2006] Darío, R. H. Orchestration à haut niveau et BPEL. *PhD thèse*, Grenoble (France), 2006. (Cité page 64).
- [Dieter 2002] Dieter, R. & Frank, L. Business Processes in a Web Services World. In *IBM Developer works*, 2002. (Cité page 15).
- [Eclipse 2017] The BPEL Designer Project, disponible sur <https://www.eclipse.org/bpel/>. Visité le 19/07/2017.
- [Fernandez 2016] Fernández, E., Bogado, V., Salomone, E. & Chiotti, O. Framework for modelling and simulating the supply process monitoring to detect and predict disruptive events. In *Journal of Computers in Industry, Vol. 80*, Sciencedirect, 2016. (Cité pages 30-42).
- [FIPA 2016] Foundation for Intelligent Physical Agents. The standard communication language FIPA-ACL. disponible sur <http://www.fipa.org/repository/ips.php3>. Visité le 27/05/2016.
- [Fahland 2005] Fahland, D. & Reisig, W. ASM-based semantics for BPEL: The negative Control Flow. In *Proceedings of the 12th International Workshop on Abstract State Machines (ASM'05)*, Paris XII, 2005 pages 131-51. (Cité page 144).

- [Ferber 1995] J. Ferber. Les Systèmes Multi-Agents: vers une intelligence collective. *In book Inter-Editions*, 1995. (Cité pages 25, 26 et 48).
- [Gartner 2017] The Gartner Group website, disponible sur <https://www.gartner.com/technology/about.jsp>. Visité le 15/11/2017.
- [Gillot 2007] Gillot, J. N. La gestion des processus métiers, aligner les objectifs stratégiques de l'entreprise et le système d'information par les processus, *Book edited in 2007*. (Cité pages 12-16).
- [Hammer 2015] Hammer, M., Brocke, J. V. & Rosemann, M. Introduction. *What is business process management* (2th ed.). Hand book on Business Process Management, Methods, and Information Systems. Springer, 2015. (Cité pages 6, 3).
- [Hildebrandt 2014] Hildebrandt, T. Towards Enhancing Business Process Monitoring with Sonification. *In proceeding of BPM 2013 Workshops, LNBIP 171*, Springer, pages 529–536. 2014. (Cité page 533).
- [Herzberg 2013] Herzberg, N., Kunze, M., & Weske, M. Monitoring Business Process Interaction. *In proceeding of ICSOC 2012, LNCS 7759*, Springer, pages 228–240, 2013. (Cité page 236).
- [IBM 2017] IBM, Microsoft, SAP, Siebel Systems. Business process execution Language for web services version 1. 1. *In Technical report*, 2017. (Cité pages 7, 15, 44, 46, 47 et 52).
- [Jahantigh 2016] Jahantigh, F. F., Malmi, B., & Avilaq, B. A. An integrated approach for prioritizing the strategic objectives of balanced scorecard under uncertainty. *Neural Comput & applic, In The Natural Computing Applications Forum*, Springer, 2016. (Cité page 75).
- [JADE 2017] JAVA Agent DEvelopment Frame-work. The Java software framework for the implementation of multi-agent systems (JADE), disponible sur <http://jade.tilab.com>. Visité le 27/06/2017.
- [Johnson 2014] Johnson, G., Whittington, R., Scholes K., Angwin D. Regner, P. & Fréry, Frédéric, F. *In book of Stratégique (10e édition)*, Pearson, 2014. (Cité page 672).
- [Jarraya 2006] Jarraya, T. Réutilisation des protocoles d'interaction et Démarche orientée modèles pour le développement multi-agents. *PhD thesis*, Université de Reims Champagne Ardenne, 2006. (Cité page 69).
- [Jennings 1998] Jennings, R., Sycara, N. K. & Wooldridge, M. A Road map of Agent Research and Development. *In journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Vol. 1, N°. 1*, pages 7–38, 1998. (Cité page 25)

- [**Kaplan 2016**] Kaplan, R. S. & Norton, D. P. Balanced Scorecard. *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*, 2016. (Cité page 12).
- [**Kims 2007**] Kim S. C. & Rod, E. S. An Extension of the REA Framework to Support Balanced Scorecard Information Requirements; balanced scorecard and quality function deployment. *In journal of information systems Vol. 21, No. 1*, Spring, pages 1-25. 2007. (Cité page 14).
- [**Kaplan 2001**] Kaplan, R. S, & Norton, D. P. (2001). The strategy-focused organization: How balanced scorecard company thrive in the new business environment. *In Harvard Business School Press*, Vol. 23, N°.1, (3 parts) pages 1-8. (Cité page 5-8).
- [**Kaplan 2000**] Kaplan, R. S & Norton, D. P. Having trouble with your strategy then map. *In Harvard Business Review*, Vol. 78, N°.5, pages 167-176, 2000. (Cité pages 167-170).
- [**Kaplan 1996a**] Kaplan, R. S & Norton, D. P. Linking the balanced scorecard to strategy. *In California management review*, Vol. 39, N°. 1, pages 53-79, 1996. (Cité page 59).
- [**Kaplan 1996b**] Kaplan, R. S & Norton, D. P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. *In Harvard Business School Press Boston, MA*, 1996. (Cité page 147)
- [**Liang 2015**] Liang, D. & Yuan, S. Structural health monitoring system based on multi-agent coordination and fusion for large structure. *In journal of Advances in Engineering Software*, Vol. 86, pages 1-12, 2015. (Cité page 10).
- [**Lina 2014**] Lina, Y. H., Chena, C. C., Tsaib, C. F .M & Tseng, M. L. Balanced scorecard performance evaluation in a closed-loop hierarchical model under uncertainty. *In proceeding of Applied Soft Computing 24*, pages 1022-1032, 2014. (Cité page 1028)
- [**Lin 2014**] Lin, Z., Yu, Z. & Zhan, L. Performance outcomes of balanced scorecard application in hospital administration in China. *In China Economic Review N° 30*, pages 1-15, 2014. (Cité page 11).
- [**Le-Roy 2012**] Le Roy, F. Les stratégies de l'entreprise (3rd édition), *In book edited by Dunod*, 2012. (Cité page 128)
- [**Lawrie 2009**] Lawrie, G. & Cobbold, I. 3rd generation balanced scorecard: Evolution of an effective strategic control tool. *In International Journal of Productivity and Performance Management Vol.53, N°.7*, pages 611-623, 2009. (Cité page 621).
- [**Leriche 2006**] Leriche, S. Architectures à composants et agents pour la conception d'applications réparties adaptables. *PhD thèse, Université de Toulouse III - Paul Sabatier*, 2006. (Cité page 58).

- [**Luck 2005**] Luck, M., Burney, P. M., Shehory, O., & Willmott, S. Agent technology: computing as interaction a roadmap for agent-based computing, Compiled, written and edited by Michael Luck, Peter McBurney, Onn Shehory, Steve Willmott and the AgentLink Community, 2005. (Cité page 4).
- [**Lange 1999**] Lange, D. B. & Oshima, M. Seven Good Reasons for Mobile Agents. *In Communications of the ACM, Vol. 42, N°3*, pages 88-89, 1999. (Cité page 89).
- [**Microsoft 2017**] Microsoft Corporation. Disponible sur <http://www.microsoft.com>. Visité le 03/01/2017.
- [**Michael 2004**] Michael, Z. M. Workflow-based Process Controlling Foundation, Design, and Application of Workflow-driven Process Information Systems. *Book edited in 2004*. (Cité page 54).
- [**Muehlen 2004**] Muehlen, M. Z. Workflow-based Process Controlling Foundation, Design, and Application of Workflow-driven Process Information Systems. *Book edited in 2004*. (Cité page 98).
- [**Mattessich 2001**] Mattessich, P., Muray-Close M., & Monsey B. Collaboration: what makes it Works (2ed). *Book edited in 2001*. (Cité page 42).
- [**Marchesnay 1993**] Marchesnay, M. Le Management stratégique. *Book edited in Eyrolles, 1993*. (Cité page 216).
- [**Norton 2016**] Norton D. P. & Kaplan R. S. Balanced Scorecard. *In the Palgrave Encyclopedia of Strategic Management, 2016*. (Cité page 42).
- [**Norton 2014**] Norton D. P. & Kaplan R. S. Balanced scorecard. *In the palgrave encyclopedia of strategic management. 2014*. (Cité page 4).
- [**Natarajan 2014**] Natarajan, S. & Srinivasan, R. Implementation of multi agents based system for process supervision in large-scale chemical plants. *In journal of Computers & Chemical Engineering, Vol. 60, N°10*, pages 182-196, 2014. (Cité page 184).
- [**ODE 2017**] The Orchestration Director Engine executes business processes written following the WS-BPEL standard. Disponible sur: <http://ode.apache.org/>. Visité le 24/05/2017.
- [**OMG 2016**] The Object Management Group (OMG). disponible sur: http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm/ Visité le 11/01/2016.
- [**Ouaar 2017**] Ouaar, H. & Boufaïda, M. A strategy-oriented and agile framework for managing business processes: a case study of e-banking. *Revue de Courrier du Savoir Scientifique et Technologique, Biskra, Algeria, apparu dans Vol. 25, 2018*.

- [**Ouaar 2016a**] Ouaar, H. & Boufaïda, M. A BSC-based method for the supervision of business processes. *In proceedings of the Sixth International Conference on Business Intelligence and Technology (BUSTECH'2016)*, Rome, Italy, pages 1-6, 2016. (Cité page 3).
- [**Ouaar 2016b**] Ouaar, H. & Boufaïda, M. An architecture for managing e-banking business processes. *In proceedings of the first International Conference on Business Intelligence and Applications (ICBIA'2016)*, Bilda, Algeria, pages 14-19, 2016. (Cité page 16).
- [**Ouaar 2010**] Ouaar, H. Un Framework pour la gestion et l'interaction des processus métier intra et inter entreprises. *Thèse de Magister*, University of Mohamed Khider, Biskra, Algérie, 2010. (Cité pages 28, 67).
- [**Oracle 2009**] The Oracle project, disponible sur <http://www.oracle.com/technetwork/middleware/bam/overview/index.html>. Visité le 18/01/2009.
- [**Pana 2008**] Pana J. N., & Chengb M. Y. An Empirical Study for Exploring the Relationship between Balanced Scorecard and Six Sigma Programs. *In Asia Pacific Management Review Vol. 13, N° 2*, pages 481-496, 2008. (Cité page 486).
- [**Pelletier 2008**] Pelletier, V. Les apports du BAM (Business Activity Monitoring). In lettre of Rencontres autour d'un verre. *La Lettre d'ADELI n° 72*, pages 29-32, 2008. (Cité pages 29-32).
- [**Papazoglou 2007**] Papazoglou, M. P., Traverso, P., & Leymann, F. Service-oriented computing: state of the art and research challenges. *In The International Journal of IEEE Comput, Vol. 40, N° 11*, pages 38-45, 2007. (Cité page 40).
- [**Peine 2002**] Peine, H. *Run-Time Support for Mobile Code. PhD these*, University of Kaiserslautern, Germany, 2002. (Cité page 65).
- [**Papazoglou 1999**] Papazoglou, M. P. The Role of Agent Technology in Business to Business Electronic Commerce, in Cooperative Information Agents III. *In proceeding of the third International Workshop, volume 1652*, Springer, pages 245-264, 1999. (Cité page 259).
- [**Qumer 2007**] Qumer, A., & Henderson-Sellers, B. An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering. *In Journal of Information and Software Technology, Vol. 50, N° 4*, pages 280-295, 2007. (Cité page 288).
- [**Rosemann 2015**] Rosemann, M. The service portfolio of a BPM center of excellence. *In Journal of Vom Brocke & M. Rosemann (Eds.), Vol 2. Handbook on business process*

- management 2: Strategic alignment, governance, people and culture, 2nd ed, Springer, pages 381-398. 2015. (Cité page 392).
- [**Rodriguez 2008**] Rodriguez, A. B. Introduction, *in book* of a framework to align strategy, improvement performance, and customer satisfaction using an integration of six sigma and balanced scorecard. *ProQuest LLC, United States, USA*, 2008. (Cité pages 2, 4-15).
- [**Rene 2007**] Rene, M. Le business process management BPM, s'orienter processus, *in book* of the 4th ed, livre blanc ORESYS. 2007. (Cité page 4-26).
- [**Saldivar 2016**] Saldivar, J., Vairetti, C., Rodríguez, C., Daniel, F., Casati, F., & Alarcón, R. Analysis and improvement of business process models using spreadsheets. *In Proceedings of Information Systems 57*, Elsevier, pages 1-19, 2016. (Cité page 15).
- [**Shen 2016**] Shen, Y. C., Chen, P. S., & Wang, C.H. (2016). A study of enterprise resource planning (ERP) system performance measurement using the quantitative balanced scorecard approach. *In Journal of Computers in Industry, Vol 75*, Science direct, page127-139, 2016. (Cité page 132).
- [**Stavrou 2014**] Stavrou, V., Kandias, M., Karoulas, G. & Gritzalis D. Business Process Modeling for Insider Threat Monitoring and Handling. *In Trust Bus 2014, LNCS 8647*, Springer, pages 119-131, 2014. (Cité page 126).
- [**Saheb 2007**] Saheb, k. Management des performances équilibrées, *PhD these*, Alger, Algeria, 2007. (Cité page 5).
- [**Seoand 2005**] Seoand, Y. & Sycara, K. Exploiting Multi-Agent Interactions for Identifying the Best-Pay off Information Source. *In Proceedings of the 2005 IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology, IEEE Computer Society*, pages 344-350, 2005. (Cité pages 4, 28).
- [**Sim 2001**] Sim, K.L. & Koh H.C. Balanced Scorecard: A Rising Trend in Strategic Performance Measurement. *In Journal of Measuring Business Excellence, Vol. 5, N° 2*, pages 18-26, 2001. (Cité page 19).
- [**Searle 1969**] Searle, J. Speech Acts: an Essay in the Philosophy of Language. *In Cambridge Press*, 1969. (Cité page 27.)
- [**Tomcat 2017**] Tomcat's Corner. disponible sur: <http://www-igm.univmlv.fr/dr /XPOSE 2003 /tomcat/ tomcat>. Visité le 24/05/2017.
- [**Tanguy 2003**] Tanguy, C. Business Process Management: De la modélisation A l'exécution, Positionnement par rapport aux Architectures Orientées Services. *In Livre blanc*, Intalio, 2003. (Cité pages 14-15).

- [**Vera-Baquero 2016**] Vera-Baquero, A., Colomo-Palacios, R., & Molloy, O. Real-time business activity monitoring and analysis of process performance on big-data domains. *In Journal of Telematics and Informatics, Vol.33, N° 3*, Science direct, pages 793-807, 2016. (Cité page 799).
- [**Vander 2003**] vander-alst, W. M. P., Hofstede A. H. M. & Weske. M. Business Process Management: A Survey. *In International Conference on Business Process Management, Vol. 2678*, Springer, pages 1–12. 2003. (Cité page 10).
- [**Wikipédia 2017**] encyclopédie wikipédia : la stratégie de l'entreprise, disponible sur https://fr.wikipedia.org/wiki/Strat%C3%A9gie_d%27entreprise. Visité le 12/07/2017.
- [**Wikipédia 2017a**] encyclopédie wikipédia : ArgoUml, disponible sur <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sar/argouml>. Visité le 17/07/2017.
- [**Wu 2014**] Wu, I. L & Chen, J. L. A stage based diffusion of IT innovation and the BSC performance impact: A moderator of technology organization environment. *In proceedings of Technological Forecasting & Social Change 88*, pages 76-90, 2014. (Cité page 84).
- [**Weske 2012**] Weske, M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. *In the international conference Inc. Secaucus, NJ, USA, Springer*, 2012. (Cité page 3).
- [**Weske 2007**] Weske, M. Business Process Management, Concepts, Languages, Architectures. *In book edited by Springer in 2007*. (Cité page 14).
- [**Webster 2003**] Webster, M. Collegiate Dictionary. *In book of 11th ed*. 2003, (Cité pages 6-18).
- [**Wong 2004**] Wong, C.Y., Johansenn J. & Hvolby, H. Supply chain coordination Problems: Litterature Review from organization, economic and operations perspectives. *In Working Paper no. 08-04*, Center for Industrial Production, Aalborg University. pages 1-23. 2004. (Cité page 19).
- [**Zhu 2016**] Zhu, X., Broucke, S., Zhu, G., Van thienen, J. & Baesens, B. Enabling flexible location-aware business process modelling and execution. *In Proceedings of Decision Support Systems 83*, Elsevier, pages 1-9, 2016. (Cité pages 6, 8).

Annexes

Annexes

Annexe.1. Paramétrage de SSIM : Dans cette section, nous présentons quelques résultats de paramétrage de notre SSIM en utilisant le BPEL4WS. La Figure A.1, montre la façon de configurer les paramètres d'entrée sous BPEL4WS.

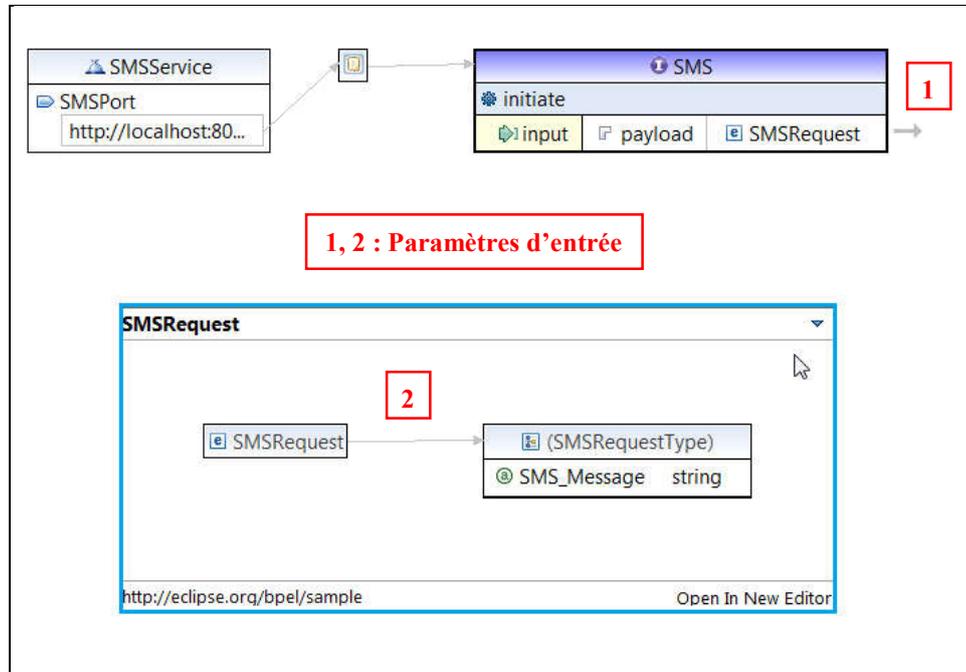


Figure A.1. Paramétrage d'entrée de PM SMS Banking.

La Figure A.2, montre la façon de configurer les paramètres de sortie sous BPEL4WS.

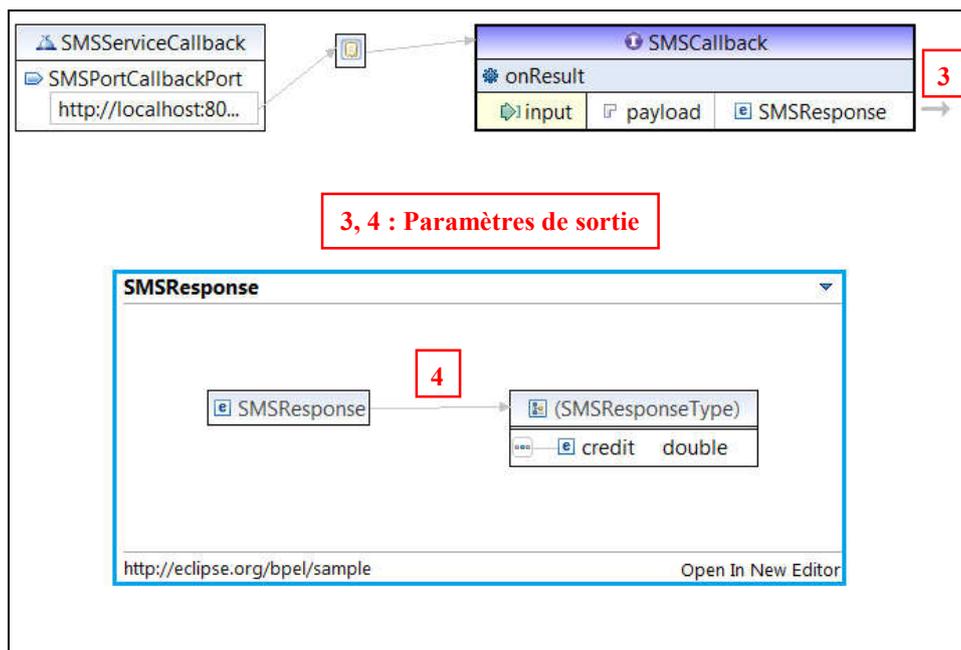


Figure A.2. Paramétrage de sortie de PM SMS Banking.

La Figure A.3, montre la description WSDL de PM SMS Banking.

```

<!-- SMS BPEL Process [Generated by the Eclipse BPEL Designer] -->
<!-- Date: Mon Oct 30 14:57:43 GMT+01:00 2017 -->
<bpel:processname="SMS"
targetNamespace="http://eclipse.org/bpel/sample"
suppressJoinFailure="yes"
xmlns:tns="http://eclipse.org/bpel/sample"
xmlns:bpel="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/process/executable">
<!-- Import the client WSDL -->
  <bpel:importlocation="SMSArtifacts.wsdl"namespace="http://eclipse.org/bpel/sample"
importType="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"/>
  <!-- ===== -->
<!-- PARTNERLINKS -->
<!-- List of services participating in this BPEL process -->
<!-- ===== -->
<bpel:partnerLinks><!--
  The 'client' role represents the requester of this service. It is
  used for callback. The location and correlation information associated
  with the client role are automatically set using WS-Addressing.->
<bpel:partnerLinkname="client"
partnerLinkType="tns:SMS"
myRole="SMSProvider"
partnerRole="SMSRequester"/>
</bpel:partnerLinks>
<!-- ===== -->
<!-- VARIABLES -->
<!-- List of messages and XML documents used within this BPEL process -->
<!-- ===== -->
<bpel:variables>
<!-- Reference to the message passed as input during initiation -->
<bpel:variablename="input"
messageType="tns:SMSRequestMessage"/>
<!-- Reference to the message that will be sent back to the
requester during callback -->
<bpel:variablename="output"
messageType="tns:SMSResponseMessage"/>
</bpel:variables>
<!-- ===== -->
<!-- ORCHESTRATION LOGIC -->
<!-- Set of activities coordinating the flow of messages across the -->
<!-- services integrated within this business process -->
<!-- ===== -->
<bpel:sequence><!-- Receive input from requestor.
Note: This maps to operation defined in SMS.wsdl -->
<bpel:receive>name="receiveInput"partnerLink="client"portType="tns:SMS"operation="initiate"variable="input"createInstance="yes"/>
<!-- Asynchronous callback to the requester.
Note: the callback location and correlation id is transparently handled
using WS-addressing. -->
<bpel:assign>validate="no" name="Assign_SMS"</bpel:assign>
<bpel:if>name="If(teL_number_existe)">
<bpel:sequence>
<bpel:invoke>name="Invoke_SMS_banking"</bpel:invoke>
<bpel:assign>validate="no" name="Assign_montant_credit"</bpel:assign>
<bpel:reply>name="Reply_credit(teL_number)"</bpel:reply>
</bpel:sequence>
<bpel:else>
<bpel:exit>name="Exit"</bpel:exit>
</bpel:else>
</bpel:if>
<bpel:reply>name="ReplyOutput"</bpel:reply>
</bpel:sequence>
</bpel:process>

```

Figure A.3. Fichier WSLD de PM SMS Banking.

La Figure A.4, montre la description WSDL de PM e-Banking.

```

<!-- e-Banking BPEL Process [Generated by the Eclipse BPEL Designer] -->
<!-- Date: ThuOct 26 13:48:17 GMT+01:00 2017 -->
<bpel:processname="e-Banking"
targetNamespace="http://soa.proccess.e-Banking"
suppressJoinFailure="yes"
xmlns:tns="http://soa.proccess.e-Banking"
xmlns:bpel="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/process/executable"
xmlns:ns="http://Banque">
<!-- Import the client WSDL -->
  <bpel:importlocation="e-BankingArtifacts.wsdl"namespace="http://soa.proccess.e-
Banking"
importType="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
<!-- ===== -->
<!-- PARTNERLINKS -->
<!-- List of services participating in this BPEL process -->
<!-- ===== -->
<bpel:partnerLinks>
<!-- The 'client' role represents the requester of this service. -->
<bpel:partnerLinkname="client"
partnerLinkType="tns:e-Banking"
myRole="e-BankingProvider"/>
<bpel:partnerLinkname="SMSPL"partnerLinkType="tns:e-
Banking"partnerRole="virementProvider"></bpel:partnerLink>
<bpel:partnerLinkname="SMSPL"partnerLinkType="tns:e-Banking"partnerRole="e-
BankingProvider"></bpel:partnerLink>
<bpel:partnerLinkname="SMSPL"partnerLinkType="tns:e-Banking"partnerRole="e-
BankingProvider"></bpel:partnerLink>
<bpel:partnerLinkname="pppp"partnerLinkType="tns:jjjjj"myRole="kkkkrol"></bpel:partnerLin
k>
</bpel:partnerLinks>
<!-- ===== -->
<!-- VARIABLES -->
<!-- List of messages and XML documents used within this BPEL process -->
<!-- ===== -->
<bpel:variables>
<!-- Reference to the message passed as input during initiation -->
<bpel:variablename="input"
messageType="tns:e-BankingRequestMessage"/><!--
Reference to the message that will be returned to the requester
-->
<bpel:variablename="output"
messageType="tns:e-BankingResponseMessage"/>
<bpel:variablename="ppppRequest"messageType="ns:BanqueRequestMessage"></bpel:variable>
</bpel:variables>
<!-- ===== -->
<!-- ORCHESTRATION LOGIC -->
<!-- Set of activities coordinating the flow of messages across the -->
<!-- services integrated within this business process -->
<!-- ===== -->
<bpel:sequenceName="main">
<!-- Receive input from requester.
Note: This maps to operation defined in e-Banking.wsdl -->
<bpel:receiveName="receiveInput"partnerLink="client"createInstance="yes"operation="proces
s"portType="ns:Banque"variable="input"/>
<bpel:assignvalidate="no"Name="Assign_ID+PW">
<bpel:copy>
<bpel:from><bpel:literal><tns:e-BankingRequestxmlns:tns="http://soa.proccess.e-
Banking"xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
<tns:input><tns:input</tns:input>
<tns:NewElement>tns:NewElement</tns:NewElement>
</tns:e-BankingRequest>
</bpel:literal></bpel:from>
<bpel:tovariable="input"part="payload"></bpel:to>
</bpel:copy>
<bpel:copy>
<bpel:from></bpel:from>
<bpel:topart="payload"variable="input"></bpel:to>
</bpel:copy>
</bpel:assign>
<bpel:invokeName="Invoke_Authentication"partnerLink="SMSPL"></bpel:invoke>

<bpel:assignvalidate="no"Name="Assign_reponse"></bpel:assign>
<bpel:ifName="If (existe)">
<bpel:sequence>

```

Figure A.4. Fichier WSLD de PM e-Banking.

La Figure A.5, montre la description WSDL de PM e-virement.

```

<!-- virement BPEL Process [Generated by the Eclipse BPEL Designer] -->
<!-- Date: ThuOct 26 13:48:17 GMT+01:00 2017 -->
<bpel:processname="virement"
targetNamespace="http://soa.process.virement"
suppressJoinFailure="yes"
xmlns:tns="http://soa.process.virement"
xmlns:bpel="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/process/executable"
xmlns:ns="http://Banque">
<!-- Import the client WSDL -->
    <bpel:importlocation="virementArtifacts.wsdl"namespace="http://soa.process.v
irement"
importType="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"/>
<!-- ===== -->
<bpel:partnerLinks><!-- The 'client' role represents the requester of this service. -
->
<bpel:partnerLinkname="client"partnerLinkType="tns:virement"
myRole="virementProvider"/>
<bpel:partnerLinkname="SMSPL"partnerLinkType="tns:virement"partnerRole="virementProvi
der"></bpel:partnerLink>
<bpel:partnerLinkname="SMSPL"partnerLinkType="tns:virement"partnerRole="virementProvi
der"></bpel:partnerLink>
<bpel:partnerLinkname="SMSPL"partnerLinkType="tns:virement"partnerRole="virementProvi
der"></bpel:partnerLink>
<bpel:partnerLinkname="pppp"partnerLinkType="tns:jjjjj"myRole="kkkkrol"></bpel:partne
rLink></bpel:partnerLinks>
<!-- ===== -->
<!-- VARIABLES -->
<!-- List of messages and XML documents used within this BPEL process -->
<!-- ===== -->
<bpel:messageExchanges>
<bpel:messageExchange="messageExchange"></bpel:messageExchange>
</bpel:messageExchanges><bpel:variables>
<!-- Reference to the message passed as input during initiation -->
<bpel:variablename="input"messageType="tns:virementRequestMessage"/>
<!-- Reference to the message that will be returned to the requester-->
<bpel:variablename="output"messageType="tns:virementResponseMessage"/>
<bpel:variablename="ppppRequest"messageType="ns:BanqueRequestMessage"></bpel:variable
</bpel:variables>
<!-- ===== -->
<!-- ORCHESTRATION LOGIC -->
<!-- Set of activities coordinating the flow of messages across the -->
<!-- services integrated within this business process -->
<!-- ===== -->
<bpel:correlationSets>
<bpel:correlationSetName="CorrelationSet"></bpel:correlationSet>
</bpel:correlationSets><bpel:sequencename="main">
<!-- Receive input from requester.
Note: This maps to operation defined in virement.wsdl -->
<bpel:invoke="Invoke_Authentication"partnerLink="SMSPL"></bpel:invoke>
<bpel:if="If"><bpel:sequence>
<bpel:assignvalidate="no"name="Assign_ID+PW_Correct"></bpel:assign>
<bpel:if="If(choisir consulter ou
verser)"><bpel:sequence<bpel:invoke="Invoke_e_Banking"></bpel:invoke><bpel:assign
validate="no"name="Assign_montant_credit"></bpel:assign></bpel:sequence><bpel:elseif>
<bpel:sequence><bpel:invoke="Invoke_e_virement"></bpel:invoke>
<bpel:assignvalidate="no"name="Assign_compt1_compt2_mont"></bpel:assign><bpel:if="
If_existe_compt2+mont"><bpel:sequence><bpel:replyname="Reply_compt2"></bpel:reply><b
pel:waitname="Wait"></bpel:wait><bpel:receive="Receive_OK"></bpel:receive><bpel:i
fname="If1"><bpel:sequence><bpel:invoke="Invoke_transaction"></bpel:invoke><bpel:
assignvalidate="no"name="Assign_confirmation"></bpel:assign></bpel:sequence><bpel:els
e><bpel:sequ<bpel:assignvalidate="no"name="Assign"></bpel:assign><bpel:exitname="Exi
t1"></bpel:exit></bpel:sequence></bpel:else></bpel:if></bpel:sequence>
<bpel:else><bpel:sequence><bpel:assignvalidate="no"name="Assign-
error_message"></bpel:assign><bpel:exitname="Exit"></bpel:exit></bpel:sequence</bpel:
else></bpel:if></bpel:sequence></bpel:elseif></bpel:if>
</bpel:sequence><bpel:else><bpel:assignvalidate="no"name="Assign-
error_message"></bpel:assign></bpel:else></bpel:if>
<!-- Generate reply to synchronous request -->
<bpel:replyname="replyOutput"
partnerLink="client"
portType="tns:virement"
operation="process"/></bpel:sequence</bpel:process>

```

Figure A.5. Fichier WSLD de PM e-virement.

La Figure A.6, montre la description WSDL de protocole d'interaction globale.

```

<!-- sms bpel process [generated by the eclipse bpel designer] -->
<!-- date: mon oct 30 14:57:43 gmt+01:00 2017 -->
<bpel:processname="interaction_protocole"
targetnamespace="http://eclipse.org/bpel/sample"
suppressjoinfailure="yes"
xmlns:tns="http://eclipse.org/bpel/sample"
xmlns:bpel="http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/process/executable">
<!-- import the client wsdl -->
  <bpel:importlocation="interaction_protocoleartifacts.wsdl"namespace="http://eclip
se.org/bpel/sample"
  importtype="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
<!-- ===== -->
<!-- partnerlinks -->
<!-- list of services participating in this bpel process -->
<!-- ===== -->
<bpel:partnerlinks><!--
  the 'client' role represents the requester of this service. it is
  used for callback. the location and correlation information associated
  with the client role are automatically set using ws-addressing.
-->
<bpel:partnerlinkname="client"partnerlinktype="tns:interaction_protocole"myrole="interact
ion_protocoleproviderpartnerrole="smsrequester"/></bpel:partnerlinks>
<!-- ===== -->
<!-- variables -->
<!-- list of messages and xml documents used within this bpel process -->
<!-- ===== -->
<bpel:variables>
<!-- reference to the message passed as input during initiation -->
<bpel:variablename="input"
messagetype="tns:smsrequestmessage"/>
<!-- reference to the message that will be sent back to the
  requester during callback--><bpel:variablename="output"
messagetype="tns:smsresponsemessage"/></bpel:variables>
<!-- ===== -->
<!-- orchestration logic -->
<!-- set of activities coordinating the flow of messages across the -->
<!-- services integrated within this business process -->
<!-- ===== -->
<bpel:sequencename="main"><!-- receive input from requestor.
  note: this maps to operation defined in sms.wsdl -->
<!-- asynchronous callback to the requester.
  note: the callback location and correlation id is transparently handled
  using ws-addressing.-
<bpel:receive="receive_sms_request"/></bpel:receive>
<bpel:ifname="if1_e_banking"><bpel:sequencename="sequence_e_banking">
<bpel:assignvalidate="no"name="assign_id_pw"></bpel:assign><bpel:invoke="invoke_auth
ntification"/></bpel:invoke>
<bpel:ifname="if"><bpel:sequence>
<bpel:invoke="invoke_e_virement"/></bpel:invoke>
<bpel:exitname="exit"></bpel:exit>
</bpel:sequence><bpel:elseif><bpel:sequence>
<bpel:invoke="invoke_e_banking"/></bpel:invoke>
<bpel:exitname="exit1"></bpel:exit>
</bpel:sequence></bpel:elseif></bpel:if></bpel:sequence><bpel:else>
<bpel:sequencename="sequence_pm_externes"><bpel:throwname="throw1"/></bpel:throw></bpel:se
quence><bpel:else>
<bpel:flowname="Flow"><bpel:invoke="invoke"/></bpel:invoke><bpel:invoke="invoke1">
</bpel:invoke><bpel:invoke="invoke2"/></bpel:invoke><bpel:invoke="invoke3"/></bpel:
invoke></bpel:flow><bpel:sequencename="sequence">
<bpel:assignvalidate="no"name="assign_sms"></bpel:assign>
<bpel:invoke="invoke_sms_banking"/></bpel:invoke><bpel:replyname="reply_sms_respons"/>
</bpel:reply>
<bpel:exitname="exit4"/></bpel:exit></bpel:sequence>
<bpel:sequence><bpel:assignvalidate="no"name="assign_id_pw"></bpel:assign><bpel:invoke="
invoke_atm"/></bpel:invoke>
<bpel:replyname="reply_message+bill"/></bpel:reply>
<bpel:exitname="exit3"/></bpel:exit></bpel:sequence><bpel:sequence>
<bpel:assignvalidate="no"name="assign_amount"></bpel:assign>
<bpel:invoke="invoke_e_payment"/></bpel:invoke>
<bpel:replyname="reply_ticket"/></bpel:reply>
<bpel:exitname="exit2"/></bpel:exit></bpel:sequence>
</bpel:else></bpel:sequence></bpel:else></bpel:else></bpel:if>
<bpel:replyname="replyoutput"/></bpel:reply></bpel:sequence></bpel:process>

```

Figure A.6. Fichier WSLD du protocole d'interaction globale.

Annexe.2. Captures de l'écran : Dans cette section, nous présentons quelques résultats d'implémentation de notre architecture à l'aide des interfaces graphiques (GUI : Graphical User Interface) proposés à la fois par Eclipse et par la plateforme JADE.

La Figure A.7, présente l'interface de notre application en java et en JADE.

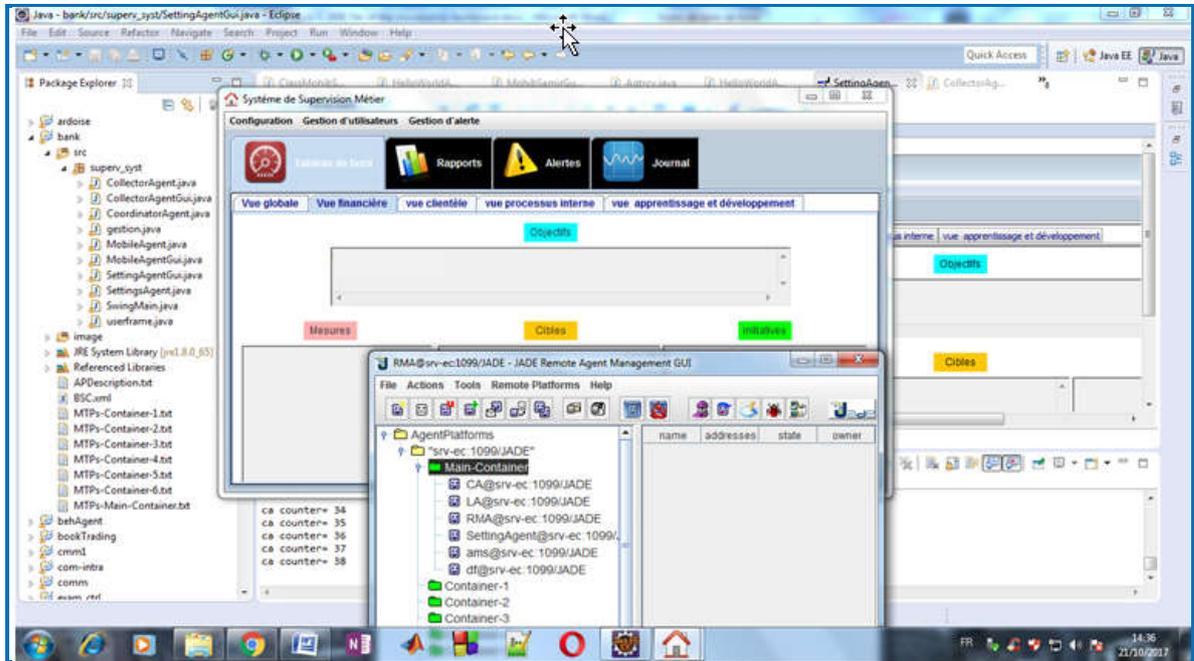


Figure A.7. Interface de l'application sous Eclipse et sous JADE.

La Figure A.8, présente la structure du Dashboard (BSC étendu), avant l'étape de paramétrage.

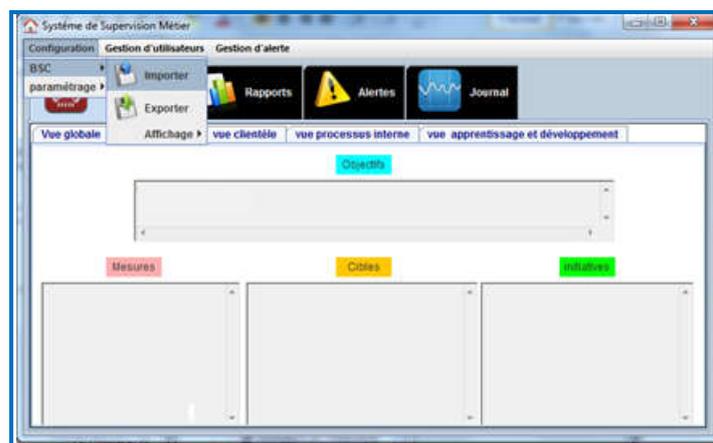


Figure A.8. Interface montre la structure du Dashboard avant le paramétrage.

La Figure A.9, montre l'étape d'importer les fichiers XML de paramétrage.

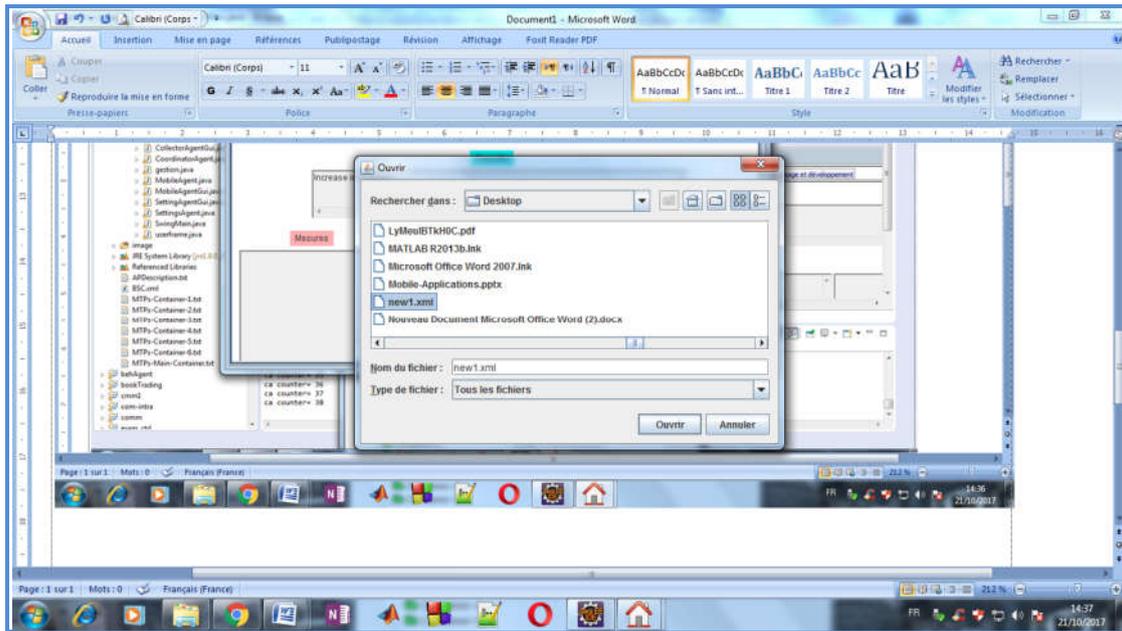


Figure A.9. Etape d'importation des fichiers XML de paramétrage.

La Figure A.10, présente la vue financière du Dashboard décorée par des valeurs, après l'étape de paramétrage.

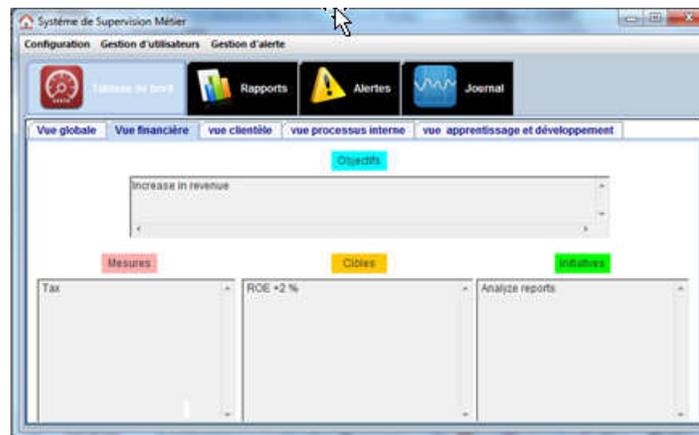


Figure A.10. Interface montre le contenu du Dashboard après le paramétrage
(La vue de la perspective financière)

La Figure A.11, présente la vue client du Dashboard décorée par des valeurs, après l'étape de paramétrage.

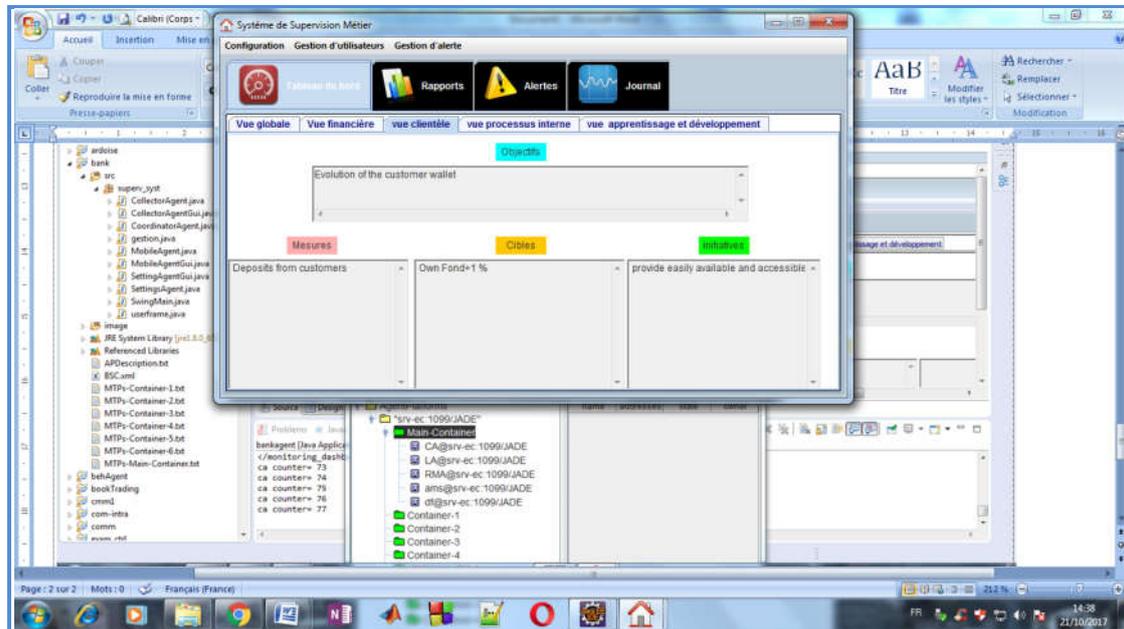


Figure A.11. Interface montre le contenu du Dashboard après le paramétrage

(La vue de la perspective client)

Glossaire

Acronymes & Glossaire

A. Acronymes

AGB: Algeria Gulf Bank

BSC: Balanced ScorCard

BP: Business Process ou Processus metier

BPM: Business Process Management. Gestion de Processus metier ou GPM

BPMS: Business Process Management System. Systèmes de Gestion des Processus Métiers SGPM.

BPMN:Business Process Modeling Notation

B2B: Business to Business

B2C: Business-to-Customer

BAM: Business Activity Monitoring

BD: Base de Données

BPEL4WS: Business Process Execution Language for Web Services

C2C: Consumer-To-Consumer

DBA: Distributeur de Billet Automatique

DTD: Document Type Definition

FIP-ACL: Foundation for Intelligent Physical Agents-Agent Communication Language

JADE: Java Agent Development Framework

JAVA: Langage de programmation orienté objet

IHM: Interface Homme Machine

KPI: Key Performance Indicator

SI: Système d'Information

TPE: Terminal de Paiement Electronique

UDDI: Universal, Description, Discovery and Integration

UML: Unified Modeling Language

WSDL: Web Services Description Language

WS: Web Services

XML: eXtensible Markup Language

B. Glossaire

ACL (Action Communication Language): Un langage de description de message utilisé en particulier dans les spécifications FIPA.

Agent: Une entité informatique autonome et proactive, ayant la capacité de faire émerger une intelligence quand elle est en communauté.

BPM: (Business Process Management ou GPM): Un système informatique de BPM permet la conception, l'analyse, l'optimisation et l'automatisation des processus business. Pour y parvenir, il sépare la logique du processus des applications qui soutiennent le processus, il gère les relations entre les différents intervenants, il intègre les ressources internes et externes de l'entreprise nécessaires pour le déroulement du processus et enfin il surveille le déroulement du processus pour en tirer une analyse des performances qui serviront à le faire évoluer.

B2C (Business-to-Consumer): Un échange des services, de l'information et/ou des produits d'un business à un consommateur.

BPEL4WS (Business Process Execution Language for Web Services): Un langage de composition de services web, par lequel un service Web est créé selon un arrangement d'autres services Web.

B2B (Business-to-Business): Un échange des services, de l'information et/ou des produits d'un business à un autre business.

B2C (Business-to-Consumer): Un échange des services, de l'information et/ou des produits d'un business à un consommateur.

E-Banking: Une disponibilité d'information d'une banque et ses services via l'internet; dans ce cas le client accède aux leurs comptes avec l'habilité d'échanger ses monnaie entre différents comptes bancaires, et faire des paiements ou des prêts via des e-canaux.

FIPA (Foundation for Intelligent and Physical Agent): Un groupe de travail spécialisé dans la spécification d'un modèle portable et complet de SMA.

Interopérabilité: Une capacité pour deux ou plusieurs logiciels ou composants, se trouvant éventuellement sur différentes machines, de communiquer, d'échanger des données et d'utiliser les données échangées.

Java: Un langage de programmation orienté objet développé expressément pour être utilisé dans un contexte d'environnement distribué. Ce langage a été développé par l'entreprise Sun Microsystems.

Langage de modélisation: Une spécification bien définie qui contient les éléments de base pour construire des modèles.

Modèle: Une simplification de quelque chose qui nous permet de voir, manipuler, et raisonner sur le sujet étudié, et qui nous aide à en comprendre la complexité inhérente.

Protocole: Un ensemble de règles qui sont partagée entre deux entités : ordinateurs, agents, etc, afin de communiquer l'un avec l'autre.

SMA (Système Multi-Agents): Un ensemble d'agents dont l'activité doit permettre l'émergence d'un résultat défini par l'objectif du système.

SI (Système d'information): Un ensemble des ressources technologiques et humaines contribuant à l'entreposage, le traitement de données, la distribution et la communication des informations requises par une partie ou la totalité d'une entreprise.

Service: Une ressource abstraite qui représente des possibilités d'accomplir des tâches qui assurent une fonctionnalité cohérente du point de vue des entités fournisseur et demandeur.

Services Web: Une norme du W3C (World Wide Web Consortium) définissant des interfaces de programmation pour les communications inter-applications par Internet. Une manière standardisée d'intégration des applications basées sur le Web en utilisant les standards ouverts XML, SOAP, WSDL, UDDI et les protocoles de transport de l'Internet.

UML:(Unified Modeling Language) Un langage unifié de modélisation ; un langage de modélisation graphique. UML est basé sur les fondements de l'orientation objets : la notion de classe, l'objet, les attributs, les méthodes et les relations entre les classes ou les objets.

Workflow: un ensemble d'activités et leurs recensements pour achever un but particulier.

WSDL (Web Services Description Language): Un format XML pour décrire les services réseau comme un ensemble de points terminaux qui opèrent sur les messages contenant des informations liées à des documents ou à des processus.

XML (eXtended Modeling Language):Un langage de description de données basé sur un système de balises. C'est une norme du W3C.