



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**BADJI MOKHTAR -ANNABA
UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR
ANNABA**

**جامعة باجي مختار
- عنابة -**

Faculté des Sciences de l'Ingéniorat

Année : 2019

Département d'Informatique

THÈSE

Présentée en vue de l'Obtention du Diplôme
de Doctorat 3ème Cycle LMD en Informatique

**MODELISATION DU PROCESSUS COLLABORATIF
INTER-ORGANISATIONNEL BASEE SUR LA
GESTION DES CONNAISSANCES**

Par

Mme.Kahina SEMAR épouse BITAH

DIRECTEUR DE THÈSE : Kamel BOUKHALFA Prof U.S.T.H.B

Devant le jury

PRESIDENT : Nacira GHOUALMI Prof U.B.M. ANNABA

EXAMINATEUR : Yamina MOHAMED BEN ALI Prof U.B.M. ANNABA

EXAMINATEUR : Latifa MAHDAOUI Prof U.S.T.H.B

A mes Chers...

A la mémoire de mon Grand-Père...

A la mémoire de mes Grands-Parents...

REMERCIEMENTS

SANS rien enlever aux mérites des personnes qui m'ont apportées leur aide, j'aime à penser que nul bien ne peut nous atteindre sans la bénédiction du Très-Haut, l'Unique, sans qui, rien de cela n'aurait pu se passer. Alors louanges à Lui, le Tout-puissant ALLAH .

Je voudrais adresser mes remerciements aux personnes qui m'ont aidées durant cette thèse. Je commencerai par Pr.Kamel Boukhalfa, mon directeur de thèse, la personne avec laquelle j'ai le plus travaillé. Pour sa patience à mon égard, merci.

Je voudrais aussi adresser des remerciements appuyés à Pr. Nacira Ghoulmi, la personne qui m'a le plus aidée, pour m'avoir accueilli dans son laboratoire puis soutenu par la suite. Madame Ghoulmi je vous dis Merci pour TOUT!

Je remercie vivement les membres de jury, Pr.Yamina Mouhamed Ben Ali et Pr. Latifa Mahdaoui, pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer mes travaux et d'apporter des critiques pertinentes. Soyez assurées de ma plus profonde reconnaissance pour l'attention que vous avez portée à ce manuscrit et pour le temps que vous avez consacré à son évaluation

Je voudrais aussi remercier ceux qui m'ont soutenus et aidés : mon amie et ma soeur Dr.Sekkai Lamia, Mr.Benlemir Walid, Mr.Kerdjadj Oussama, Mr.Seghir Rabah, Pr.Ghanem Khalida et Madame Amina de UBMA. Merci pour tout ce que vous avez fait pour moi.

Je voudrais aussi remercier ma mère et mon père pour leur soutien INDÉFECTIBLE. Merci Papa et Merci Mama. A mon frère et ma soeur, pour m'avoir soutenu.

A mon époux, sa compagnie m'aura permis de dissiper bien des difficultés, je lui dis merci. je voudrais aussi remercier mes enfants, pour avoir supporté toute cette pression.

Merci, à tous ceux qui ont participé de prêt ou de loin à la concrétisation de cette thèse!

Résumé

Les travaux de recherche développés dans cette thèse de doctorat relatent des solutions proposées pour résoudre les problèmes de modélisation de processus inter-organisationnels complexes à partir des connaissances relatives aux partenaires ainsi qu'au réseau de collaboration. Le marché industriel est, de nos jours, de plus en plus dynamique et compétitif. Cette tendance évolutive oblige les organisations à se regrouper en réseaux industriels, dans l'optique de maintenir leur activité et d'accroître leur compétitivité. La qualité d'interaction et de collaboration entre les partenaires de ces réseaux dépend grandement de la modélisation de leur collaboration et de leur processus collaboratif inter-organisationnel. Cette thèse présente une méthodologie permettant d'élaborer une plate-forme de modélisation des processus collaboratifs inter-organisationnels. Notre approche est basée sur l'ingénierie des connaissances avec une analyse de l'environnement de collaboration (collaboration, partenaires et réseau de collaboration) en se basant sur des concepts et des caractéristiques liés à cette dernière. Ce travail nous a permis d'établir une démarche de référence sur laquelle nous allons nous baser pour l'élaboration du processus collaboratif inter-organisationnel. Le système développé est composé de trois parties : (1) la collecte formalisée des connaissances de réseau collaboratif, (2) le stockage des connaissances dans une base de connaissances pour déduire le modèle de processus collaboratif (3) et la dernière partie concerne la modélisation du processus collaboratif. Le cœur de ce système de gestion de connaissances, est une ontologie modulaire conçue pour couvrir au maximum possible le domaine de collaboration inter-organisationnelle. Le système proposé a été conçu dans le cadre d'une plateforme collaborative inter-organisationnelle permettant la déduction et la modélisation du processus collaboratif. En conclusion, le système proposé dans cette thèse peut aider à résoudre le problème de la modélisation inter-organisationnelle des processus collaboratifs de manière générique.

MOTS-CLES : Processus collaboratif, Collaboration, Base de connaissances, Méta-modèle, Système basé sur connaissances, Ontologie, Ontologie modulaire, Règle, Déduction.

Abstract

The research works developed in this Ph.D. dissertation propose solutions to solve the problems of complex inter-organizational process modeling based on partners and collaboration network knowledge. The industrial market is nowadays more dynamic and competitive than before. This evolutionary trend forces organizations to organize themselves into industrial networks, in order to maintain their activity and increase their competitiveness. The quality of interaction and collaboration between the partners of these networks depends on the modeling of their collaboration and their inter-organizational collaborative process. This thesis presents a methodology for developing a platform for modeling inter-organizational collaborative processes. Our approach is based on knowledge engineering with an analysis of the collaboration environment (collaboration, partners and collaborative network) based on concepts and features related to this latter. This work allowed us to establish a reference process on which we will base ourselves for the elaboration of the collaborative inter-organizational process. The developed system is composed of three parts: (1) the formalized collection of collaborative network knowledge, (2) the storage of knowledge in a knowledge base to deduce the collaborative process model (3) and the last part concerns the collaborative process modeling. The core of this knowledge management system is a modular ontology designed to cover as much as possible the domain of inter-organizational collaboration. The proposed system is designed as part of an inter-organizational collaborative platform for deducing and modeling the collaborative process. In conclusion, the system proposed in this thesis can help to solve the problem of the inter-organizational modeling of collaborative processes in a generic way.

KEYWORDS: Collaborative Process, Collaboration, Knowledge Base, Meta-model, Knowledge Based System, Ontology, Modular Ontology, Rule, Deduction.

المخلص

إن أعمال البحث المطورة في أطروحة الدكتوراه هذه تسرد حلولاً مقترحة لحل مشاكل كيفية نمودجة عمليات الشراكة م بين المنظمات المعقدة، بناء على المعارف المتعلقة بالشركاء أو شبكة التعاون. أصبحت السوق الصناعية في أيامنا هذه أكثر ديناميكية وتنافسية، هذا المنحى التصاعدي أجبر المنظمات على التكتل في شبكات صناعية بهدف الحفاظ على نشاطها وزيادة تنافسيتها إذ تعتمد جودة التفاعل والتعاون بين شركاء هذه الشبكات إلى حد كبير على نمودجة تعاونهم وآلياته المشتركة بين المنظمات. تقدم هذه الأطروحة منهجية تسمح بتأسيس قاعدة لنمودجة الأطر التعاونية المشتركة بين المنظمات إذ يعتمد نهجنا على هندسة المعارف إضافة إلى تحليل بيئة التعاون (التعاون، الشركاء والشبكة التعاونية) معتمدين على المفاهيم والخصائص المتعلقة بهذه البيئة. سمح لنا هذا العمل بتأسيس العملية المرجعية التي سنعتمد عليها من أجل تطوير عملية الشراكة بين المنظمات. يتكون النظام المطور من ثلاثة أجزاء : (١) التجميع المنهجي لمعارف الشبكة التعاونية (٢) تخزين المعارف في قاعدة معارف لاستنتاج نموذج العملية التعاونية (٣) والجزء الأخير المتعلق بنمودجة العملية التعاونية. إن لب نظام إدارة المعارف هذا هو كونه نظام نمطي موحد مصمم لتغطية أكبر قدر ممكن من مجال التعاون بين المنظمات حيث صمم في إطار منصة تعاونية مشتركة بين المنظمات تسمح باستنتاج ونمودجة الأطر التعاونية. كخلاصة يمكن النظام المقترح في هذه الأطروحة أن يساعد في حل مشكلة النمودجة المشتركة بين المنظمات للعمليات التعاونية بصفة عامة.

الكلمات الرئيسية : الأطر التعاونية، تعاون، قاعدة معارف، نظام قائم على المعارف، علم الوجود، علم الوجود النمطي، قاعدة، الاستنتاج

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xi
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
I Etat de l'art	8
1 CONCEPTS DE BASE SUR LES CONNAISSANCES COLLABORATIVES	9
1.1 INTRODUCTION	10
1.2 DÉFINITIONS ET NOTIONS DE BASE	10
1.3 TRAVAUX SUR LA COLLABORATION	15
1.4 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX	17
1.5 CONCLUSION	23
2 GESTION DES CONNAISSANCES COLLABORATIVES	24
2.1 INTRODUCTION	25
2.2 DÉFINITIONS ET NOTIONS DE BASE	25
2.3 TRAVAUX SUR LA GESTION DES CONNAISSANCES COLLABORATIVES	32
2.3.1 Travaux de Oliveira et al [1]	32
2.3.2 Travaux de Plisson et al [2]	33
2.3.3 Travaux de Rajsiri [3]	34
2.3.4 Travaux de Knoll et al [4]	36
2.3.5 Travaux de Saib et al [5]	37
2.3.6 Travaux de Luras et al [6]	38
2.3.7 Travaux de Mu et al [7] :	40
2.4 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX	41
2.5 CONCLUSION	49
3 PROCESSUS COLLABORATIFS INTER-ORGANISATIONNELS	51
3.1 INTRODUCTION	52

3.2	TRAVAUX SUR LES PROCESSUS COLLABORATIFS INTER-ORGANISATIONNELS	52
3.2.1	Travaux de Touzi [8]	52
3.2.2	Travaux de Rajsiri [3]	54
3.2.3	Travaux de Bouchebout et al [9]	55
3.2.4	Travaux de Truptil [10]	57
3.2.5	Travaux de Benaben [11]	58
3.2.6	Travaux de Saib et al [5]	59
3.2.7	Travaux de Mu et al [7]	61
3.3	ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX	62
3.4	CONCLUSION	67

II Contributions 68

4	PROPOSITION D'UNE MÉTA-MODÉLISATION DE LA COLLABORATION	70
4.1	INTRODUCTION	71
4.2	PRÉSENTATION DU MÉTA-MODÈLE DE COLLABORATION	71
4.2.1	L'organisation :	74
4.2.2	La collaboration :	75
4.2.3	Le processus collaboratif :	77
4.3	CARACTERISTIQUES DU MÉTA-MODÈLE :	79
4.4	CONCLUSION	81
5	PROPOSITION D'UNE ONTOLOGIE MODULAIRE DE COLLABORATION	82
5.1	INTRODUCTION :	83
5.2	CONSTRUCTION DE L'ONTOLOGIE NOYAU	83
5.2.1	Présentation de l'ontologie noyau	84
5.2.2	Construction de notre ontologie modulaire de collaboration CollabOnto	85
5.3	DESCRIPTION DES MODULES DE COLLABONTO	87
5.3.1	Module Processus Collaboratif	87
5.3.2	Module Evaluation des Performances de Collaboration	91
5.3.3	Module Réseau de Collaboration	93
5.3.4	Module Organisation	95
5.3.5	Module Ressource	96
5.4	RAISONNEMENT	97
5.5	CONCLUSION	102
6	PROPOSITION D'UNE MÉTA-MODÉLISATION DU PROCESSUS COLLABORATIF	104
6.1	INTRODUCTION	105
6.2	MÉTA-MODÉLISATION UML DU PROCESSUS COLLABORATIF	105

6.2.1	Processus collaboratif	107
6.2.2	Organisation	108
6.2.3	Activité	109
6.2.4	Dépendances	110
6.3	MÉTA-MODÉLISATION BPMN DU PROCESSUS COLLABORATIF	110
6.4	TRANSFORMATION ATLAS TRANSFORMATION LANGAGE (ATL)	118
6.5	DESCRIPTION DES RÈGLES DE TRANSFORMATION	121
6.6	CONCLUSION	122
7	NOTRE PROTOTYPE TECHNIQUE	123
7.1	INTRODUCTION	124
7.2	LES UTILISATEURS DE L'OUTIL	124
7.3	FONCTIONNALITÉS DE L'OUTIL	125
7.4	ARCHITECTURE TECHNIQUE	127
7.5	CONCEPT TECHNOLOGIQUES POUR CONCEVOIR LE PROTOTYPE TECHNIQUE GLOBAL	129
7.6	DESCRIPTION DES MODULES	131
7.6.1	Editeur de Modèles de Collaboration (EMC)	131
7.6.2	Base de connaissances (BC)	135
7.6.3	Editeur de modèles de processus collaboratifs EMPC	143
7.6.4	Editeur de modèles BPMN de processus collaboratif inter-organisationnels BPMN-EMPC	145
7.7	EXEMPLE DE SCENARIO	147
7.8	CONCLUSION	153
	CONCLUSION GÉNÉRALE	155
	III Annexes	158
	A RÈGLES D'INFÉRENCE	159
	B LES RÈGLES DE TRANSFORMATION ATL	185
	BIBLIOGRAPHIE	206

LISTE DES FIGURES

1	Les différentes phases de notre système	3
---	---	---

1.1	Modèle du réseau de collaboration de Rajsiri[3]	18
2.1	Mapping modèle d'outil/ontologie de Oliveira [1]	32
2.2	Ontologie de Oliveira[1]	33
2.3	Ontologie de Plisson [2]	34
2.4	Ontologie de Rajsiri [3]	35
2.5	L'ontologie de collaboration de Knoll [4]	37
2.6	L'ontologie de collaboration de Saib [5]	38
2.7	L'ontologie de collaboration de Saib [4]	39
2.8	Méta-ontologie de collaboration de Lauras[6]	40
2.9	L'ontologie de de Mu[7]	41
3.1	Méta-modèle de processus collaboratif de Touzi [8]	53
3.2	CNO et la relation entre CO et CPO de Rajsiri [3]	55
3.3	L'aspect fonctionnel et comportemental du métamodèle de Bouchebout [9]	56
3.4	Métamodèle de crise de Truptil [10]	58
3.5	Le noyau du méta-modèle d'une situation collaborative de Benaben [11]	59
3.6	Méta modèle de processus collaboratif en BPMN de Saib [5]	60
3.7	Ontologie collaborative de MISE 1.0 [7]	61
3.8	Liste des contributions de cette thèse	69
4.1	Méta-modèle de collaboration	73
4.2	Modélisation de l'organisation	74
4.3	Modélisation de la collaboration	75
4.4	Modélisation du processus collaboratif	78
4.5	Extensibilité de la modélisation	79
4.6	Intégration des concepts du Processus collaboratif	80
5.1	Notre ontologie noyau	84
5.2	Les différents modules de notre ontologie	86
5.3	Module ontologie du processus collaboratif	87
5.4	Module d'évaluation de la collaboration	92
5.5	Module ontologie Evaluation du Réseau Collaboratif.	92
5.6	Module ontologie du Réseau de Collaboration.	94
5.7	Module ontologie Organisation.	96
5.8	Module ontologie Ressource.	97
5.9	Ontologie modulaire CollabOnto	98
6.1	Notre Meta modèle UML de processus collaboratif inter-organisationnel	106
6.2	Notre Meta modèle BPMN de processus collaboratif inter-organisationnel	111
6.3	Diagramme représentant la notion de Processus Collaboratif.	112
6.4	Diagramme représentant la notion de Sous Processus Collaboratif.	113

6.5	Diagramme représentant les notions relatives au Sous Processus Collaboratif.	114
6.6	Diagramme représentant la notion de Processus Détaillé.	115
6.7	Diagramme représentant la notion de l'activité.	116
6.8	Diagramme représentant la notion de MessageFlow.	117
6.9	Transformation de Modèle UML vers des modèles BPMN.	119
6.10	Règle transformant Participant en PartenairePool.	121
7.1	Vue globale de notre prototype technique.	126
7.2	Architecture technique de notre prototype.	128
7.3	Concepts technologiques utilisés.	129
7.4	Vue d'ensemble de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.	133
7.5	Fichier XML généré par notre éditeur.	135
7.6	Interface d'accueil de notre Base de Connaissance.	137
7.7	Interface de transformation XML / OWL.	138
7.8	Interface raisonnement.	139
7.9	Affichage des cas de collaboration.	140
7.10	Affichage des concepts d'un module.	140
7.11	Affichage des instances d'un concept.	141
7.12	Interface d'accueil calcul des KPI.	141
7.13	Table des KPI.	142
7.14	Interface d'évaluation.	143
7.15	Interface de l'éditeur de modèle UML de processus collaboratif.	144
7.16	Transformation de modèle UML / BPMN.	145
7.17	Modèle obtenue en entrant le fichier XML résultat de la transformation XSLT.	146
7.18	Modèle de réseau de collaboration	149
7.19	Transformation XSLT	150
7.20	Execution des règles de déduction	150
7.21	Le modèle BPMN	152

LISTE DES TABLEAUX

1.1	Concepts relatifs à la collaboration.	20
1.2	Concepts relatifs à l'organisation.	21
1.3	Concepts relatifs au Processus collaboratif	22

2.1	Tableau comparatif des travaux connexes	44
2.2	Etude de similarité entre les ontologies de collaboration.	47
3.1	Tableau comparatif des travaux sur la modélisation de processus collaboratif	64
3.2	Tableau comparatif des concepts	65
5.1	Description des concepts du module Processus Collaboratif.	90
5.2	Concepts du module Évaluation de Performance de la Collabo- ration	93
5.3	Description des concepts du module Réseau de Collaboration	95
5.4	Description des concepts du module Processus Collaboratif	96
5.5	Description des concepts du module Ressource	97
6.1	Mapping entre les concepts des méta-modèles UML et BPMN	120
7.1	Résumé de la situation collaborative	148

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1 CONTEXTE

De nos jours, l'évolution du marché implique l'ouverture des entreprises vers leurs partenaires. La tendance actuelle est de se mettre dans un ou plusieurs réseaux collaboratifs afin d'avoir accès à un éventail plus large d'opportunités du marché (ex : Canada Business Network, US Corporate Networks, etc). Ce besoin, incontournable, de mise en place d'un réseau de collaboration, repose sur plusieurs aspects : la concurrence, l'amélioration de l'échange d'information de services ou de produits entre eux, etc[12].

La capacité des organisations pour collaborer les unes avec les autres, de façon efficace, devient une condition sine qua non pour leur évolution et leur capacité de survivre. Les entreprises doivent se développer et s'adapter avec leur nouvel environnement et interagir efficacement avec le nouveau écosystème industriel dans lequel elles existent [13].

Faire face à l'hétérogénéité des partenaires (emplacement géographique, langue, culture, processus métier, système d'information, etc), le maintien des relations à long terme et l'établissement de la confiance mutuelle entre ces partenaires représente le cadre idéal pour la création d'un réseau de collaboration. La collaboration entre les entreprises, devient de ce fait un système très complexe qui évolue constamment.

Le moyen le plus direct pour que l'organisation collabore avec ses partenaires, est d'établir des liens avec eux. Les partenaires n'ont aucune idée préalable sur comment va se faire cette collaboration. Cela signifie qu'ils peuvent exprimer, de manière informelle et partielle, leurs exigences (connaissances) pour collaborer. Mais comment peuvent-ils formaliser et accomplir cette collaboration ?

Généralement les partenaires collaborent via des interactions et des échanges entre leurs différents processus métiers. Fort de constat, nous avons, dans ce travail de thèse, fait la proposition d'une démarche illustrant les principales étapes à suivre pour concevoir et modéliser ces derniers en permettant de contribuer à résoudre la problématique de leur modélisation formelle de la façon la plus générique possible. Vu que la majorité des travaux les modélisant dans la littérature sont soit spécifique à quelques caractéristiques et quelques cas de collaboration soit proposant une modélisation couvrant le domaine de façon non formelle.

2 OBJECTIFS ET CONTRIBUTIONS

Ce travail de doctorat a été effectué au Centre de Développement des Technologies Avancées (CDTA)¹, dans le cadre du projet « Collaboration Inter-Organisationnelle basée sur les Work Flow CIO-WF » de l'équipe Systèmes d'Information Avancés. L'objectif principal de ce projet consiste en une mise en place d'une plate-forme de collaboration inter-organisationnelle sur le Cloud privé du CDTA. Une partie des tâches de ce projet consiste à modéliser le processus collaboratif inter-organisationnel en se basant sur un ensemble de

1. CDTA : www.cdta.dz

connaissances concernant la collaboration et de la façon la plus générique possible. Cette partie du projet constitue le coeur de ce travail de thèse. L'objectif principal de cette dernière consiste à proposer une démarche permettant de démarrer d'un ensemble de connaissances concernant la collaboration, les partenaires et le réseau collaboratif en input ; pour fournir en output un modèle de processus collaboratif inter-organisationnel en se basant sur la gestion des connaissances récoltées en entrée.

Pour répondre à cet enjeu, il a été jugé nécessaire de prendre en considération un maximum de concepts relatifs à l'organisation, à la collaboration et aux processus collaboratifs. Et cela pour pouvoir proposer des modèles de processus collaboratifs pouvant couvrir un maximum de cas de collaboration et relatifs à plusieurs types d'organisation.

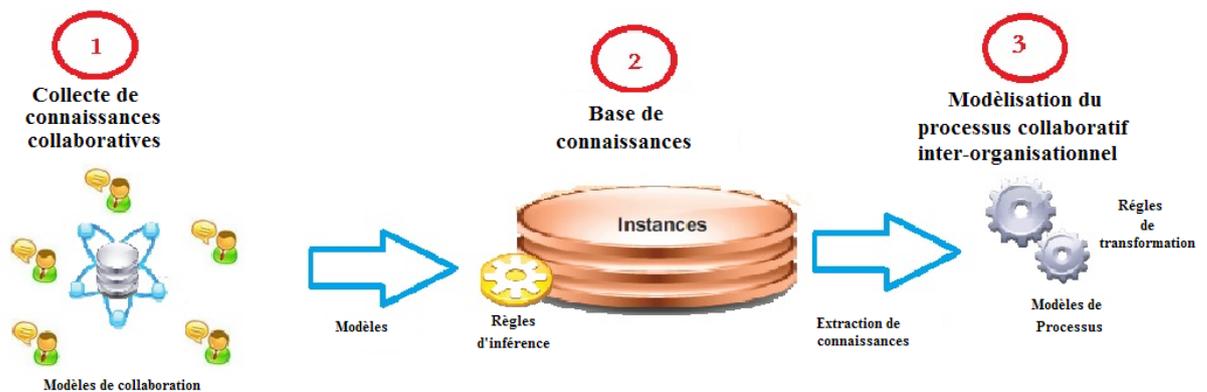


FIGURE 1 – Les différentes phases de notre système

Afin d'atteindre l'objectif de cette thèse, trois grands axes ont été abordés (Figure 1) :

- La détermination et la conception d'un méta-modèle de collaboration. Ce dernier permet de formaliser le maximum de concepts et de données

que nous pouvons récolter (relatifs à l'environnement de la collaboration à avoir lieu) sous forme de modèles de collaboration pour chaque cas de collaboration.

- La construction d'une base de connaissances permettant de stocker les modèles de collaboration issus de la première phase, sous forme d'instances ontologiques et de déduire celles qui concernent le processus collaboratif via un ensemble de règles d'inférence conçues. Le noyau de cette base de connaissances est une ontologie modulaire conçue pour assurer une couverture maximale du domaine de la collaboration inter-organisationnelle.
- La modélisation du processus collaboratif en proposant une visualisation des connaissances collaboratives extraites de la base de connaissances sous forme d'un diagramme de processus collaboratif compréhensible et éditable par les partenaires; puis en transformant ce diagramme en un modèle de processus collaboratif conforme à BPMN. Deux méta modèles de processus collaboratifs inter-organisationnels ont été conçus (le premier en UML et le deuxième en BPMN). Un ensemble de règles de transformation a été conçu pour assurer le mapping entre ces deux derniers.
- Le développement d'un prototype technique composé de plusieurs modules permettant d'assurer la modélisation du processus collaboratif inter-organisationnel en démarrant d'un ensemble de connaissances récoltées.

3 ORGANISATION DE LA THÈSE

Outre l'introduction, la conclusion et les annexes, cette thèse est divisée en deux parties : Etat de l'art et Contribution. L'introduction présente le contexte de cette thèse, décrit ses objectifs et résume les contributions de cette dernière. La première partie comporte trois chapitres synthétisant l'état de l'art en relation avec la problématique traitée dans cette thèse. Le chapitre 1 présente un état de l'art regroupant les définitions, les notions de bases et les travaux de recherche relatifs à la collaboration ainsi qu'une analyse et une synthèse de ces derniers. Le chapitre 2 est consacré à la présentation d'un état de l'art sur la gestion des connaissances collaboratives. Une analyse et une synthèse des travaux sur les ontologies de collaboration ont été présentées. Le chapitre 3 donne une idée détaillée sur la modélisation du processus collaboratif où une analyse et une synthèse des travaux relatifs à ce domaine ont été présentées. La seconde partie comporte quatre chapitres récapitulant les principales contributions apportées dans cette thèse. Le chapitre 4 présente notre méta-modèle de collaboration, conçu à partir de la synthèse sur la collecte des connaissances collaboratives présentée dans le chapitre 1. Le chapitre 5 présente la conception de notre ontologie modulaire de collaboration. Cette dernière représente le cœur de notre système de gestion de connaissances. Un ensemble de règles d'inférences a été conçu et défini pour permettre la déduction, par la suite, des connaissances relatives au processus collaboratif. Le chapitre 6 présente deux méta-modélisations relatives aux processus collaboratifs (en UML et en BPMN), associées à un ensemble de règles ATL conçues pour permettre le mapping entre les deux. Le chapitre 7 présente un prototype technique com-

posé de plusieurs modules. Ce dernier a été conçu et implémenté pour supporter la démarche basée sur la gestion des connaissances proposée dans cette thèse.

La conclusion, quant à elle, récapitule le travail réalisé et présente quelques ouvertures et perspectives de recherche. L'ensemble des règles de transformation et de déduction, conçues et implémentées dans cette thèse, est présenté dans la partie Annexe.

4 PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Les travaux développés dans cette thèse ont été valorisés dans les articles scientifiques suivants :

a. Publications :

- 1 K. Semar-Bitah, K. Boukhalfa, « Knowledge Management Approach For Collaborative Processes Modelling », Papier soumis 11 Février 2018 à "International Journal of Business Information Systems (IJBIS)", le papier a été Accepté à être publié le 04 Décembre 2018.
- 2 K. Semar-Bitah, K. Boukhalfa, « Towards the Meta-modeling of Complex Inter-organisationnel Collaborative Processes », Papier soumis 23 Novembre 2018 à "International Journal of E-Business Research (IJEER)", le papier est "Under Second Review".

b. Articles :

- 1 K. Semar-Bitah, K. Boukhalfa, « Modélisation de la collaboration inter organisationnelle : collecte de connaissances collaboratives », the 2nd In-

- ternational Symposium on Informatics and its Applications (ISIA'2016),
Université M'sila, 7-8 Novembre 2016,
- 2 K.Semar-Bitah, K.Boukhalfa, "Towards an inter-organizational collaboration network characterization, MISC'2016, Université Constantine2, 7-8 Mai 2016,
 - 3 K. Semar-Bitah, K. Boukhalfa : Vers une Plateforme d'aide à la Modélisation de la Collaboration Inter-organisationnelle, la conférence CITIM'2015 (The 2nd International Conference on Multimedia Information Processing), Mai 2015, Mascara, Algerie,
 - 4 K. Semar-Bitah, A. Abbassene « Vers une architecture de modélisation des processus collaboratifs inter-organisationnels », SYSCO'14, Hammamet, Tunisie, 27-29 Septembre 2014,
 - 5 K. Semar-Bitah, K. Boukhalfa «Proposed methodology for modeling an inter-organizational collaborative processes », ESWC-SS'14, Kalamaki, Crete (Grèce) 1-6 September 2014,

Première partie

Etat de l'art

CONCEPTS DE BASE SUR LES CONNAISSANCES COLLABORATIVES

SOMMAIRE

1.1	INTRODUCTION	10
1.2	DÉFINITIONS ET NOTIONS DE BASE	10
1.3	TRAVAUX SUR LA COLLABORATION	15
1.4	ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX	17
1.5	CONCLUSION	23

1.1 INTRODUCTION

Les travaux de recherche menés dans le cadre de cette thèse tournent tous au tour de la collaboration inter-organisationnelle. Ces dernières années, la collaboration inter-organisationnelle est devenue un domaine de pointe dans lequel plusieurs travaux de recherche ont été menés. Dans ce premier chapitre, nous présentons un état de l'art détaillé sur les concepts relatifs à cette dernière à savoir : l'organisation, la collaboration et le processus collaboratif.

1.2 DÉFINITIONS ET NOTIONS DE BASE

La collaboration inter-organisationnelle représente un défi auquel les organisations sont confrontées afin de répondre aux exigences du marché. En effet, l'émergence technologique et le nouvel ordre économique ouvrent de nouveaux horizons pour la collaboration.

Dans la littérature, il existe plusieurs définitions de l'organisation. L'auteur dans [14] a défini l'organisation *comme étant un ensemble structuré de participants, coordonnant leurs ressources en vue d'atteindre des objectifs.*

Selon le travail présenté dans [15] *les organisations sont des systèmes sociaux créés par des individus afin de satisfaire, grâce à des actions coordonnées, certains besoins et d'atteindre certains buts.*

Les auteurs dans [16] ont défini l'organisation comme étant *une entité établie pour accomplir des objectifs en fournissant des ressources et des services*

Plusieurs auteurs ont considéré l'organisation comme un regroupement d'individus ou de plusieurs systèmes. Dans notre travail, la considérons

comme étant une entité qui a des objectifs bien déterminés, des compétences et qui fournit des ressources et des services. Elle peut être à but lucratif ou non-lucratif comme elle peut être d'intérêt public.

Selon le travail présenté dans [17] une organisation possède une Finalité (un but à atteindre), une Taille, des Ressources et des Utilisateurs.

Avec l'ouverture des marchés et la compétition, les relations inter-organisationnelles deviennent très avantageuses pour la survie des organisations. Ces relations peuvent être définies comme des liens sociaux ou économiques entre les organisations [18].

Dans la littérature, il y'a plusieurs regroupements de ces relations par exemple, le travail présenté dans [19] les regroupe en trois catégories : **1) Relation horizontale (Compétition)** : relations entre les entreprises du même domaine d'activité. Les partenaires sont en compétition pour obtenir des ressources ou bien ils produisent les mêmes produits ; **2) Relation verticale (relation le fournisseur-client)** : une relation concernant la collaboration entre l'entreprise et ses fournisseurs. Ce type de relations se trouve dans le domaine de l'industrie où les entreprises se situent dans les différentes positions d'une chaîne de production par exemple ; **3) Relation transversale** : elle concerne les entreprises qui ne sont ni substituables ni essentiellement interdépendantes, mais ajoutant de la valeur réciproque. Les partenaires offrent des services pour les autres. Les partenaires établissent leur relation afin d'atteindre les mêmes intérêts, tels que le développement d'une technologie partagée. Ce sont des organisations inscrites dans différents secteurs ou domaines d'activités mais qui ont un intérêt commun.

Dans la littérature il existe plusieurs définitions de la collaboration. La

synthèse de ces définitions permet d'avoir une idée claire et précise sur les concepts relatifs à cette dernière.

La collaboration inter-organisationnelle est définie comme *un processus où plusieurs parties cherchent des solutions pour un problème en partageant les différentes visions* [20].

La collaboration est *un processus entre plusieurs organisations permettant l'échange des informations, et le partage de ressources afin d'arriver à un but commun tout en partageant les risques et les avantages* [21].

La collaboration peut être vue aussi comme *des tâches qui demandent des décisions sur la frontière de l'entreprise afin de réaliser un avantage mutuel compétitif* [22].

Les auteurs dans [23] l'ont défini comme étant *deux (ou plus) organisations indépendantes travaillent conjointement sur la planification et l'exécution des opérations de création de valeur, générant ainsi plus de réussite que si elles travaillaient de manière isolée.*

Les partenaires en collaboration forment des réseaux de collaboration. Ces derniers sont structurés selon des topologies et selon les relations qui existent entre les partenaires. Le réseau de collaboration comprend également des aspects liés à sa durée, sa stabilité, et sa prise de décision.

Trois formes de topologie ont été présentées dans le travail présenté dans [24] : **1) Topologie en chaîne** : Cette topologie se compose de plusieurs partenaires qui collaborent afin d'atteindre un objectif spécifique. L'architecture du réseau dans ce cas est le plus souvent à durée déterminée ou à long terme. Ce type de réseau est adopté principalement pour la manufacturière, tel que la production, et les chaînes de distribution; **2) Topologie en étoile** : Se compose

d'un partenaire central gérant l'ensemble du réseau. Tous les autres membres sont directement liés à ce partenaire central. Ce type de topologie correspond à une entreprise étendue dans laquelle chaque membre fournit des fonctionnalités clés, et un seul membre joue le rôle de dirigeant. La topologie en étoile est une bonne solution pour les entreprises à grande échelle, notamment les consortiums dans l'industrie de la construction; **3) Topologie peer-to-peer (pair à pair) :** Dans cette topologie, il y a des interactions entre tous les nœuds sans aucune hiérarchie comme dans le cas des industries créatives et de connaissances (les laboratoires de recherche). Elle est caractérisée par l'absence de hiérarchie où tout pair peut interagir directement avec n'importe quel autre pair. Les compétences de gestion sont distribuées au sein des membres et le pouvoir de décision est égal pour chaque membre.

Il existe plusieurs formes de réseaux de collaboration. Selon les travaux présentés dans [25], la collaboration peut être représentée selon cinq formes : **1) Chaînes d'approvisionnement (Supply chains) :** C'est un réseau stable à long terme des entreprises ayant chacune un rôle clair dans la chaîne de fabrication : en commençant par les étapes de la conception initiale du produit et l'achat de la matière première, passant par la production, l'expédition, la distribution et l'entreposage jusqu'à ce que le produit fini soit livré au client; **2) Entreprise virtuelle (Virtual enterprise (VE)) :** C'est une alliance temporaire entre des entreprises dont la collaboration est soutenue par les réseaux informatiques et qui se réunissent pour partager leurs compétences ou leurs ressources pour mieux répondre aux opportunités d'affaires; **3) Organisation virtuelle (Virtual Organization (VO)) :** c'est un concept similaire à une entreprise virtuelle, comprenant un ensemble d'organismes légaux et indépendants

qui partagent des ressources et des compétences nécessaires pour accomplir une mission. Une entreprise virtuelle est donc un cas particulier de l'organisation virtuelle; **4) Organisation virtuelle dynamique (Dynamic Virtual Organization)** : Elle ressemble généralement à une VO qui est établie pour une courte durée afin de répondre à une opportunité du marché concurrentiel, elle a donc un cycle de vie court. Dès que l'objectif soit accompli l'alliance est automatiquement dissociée; **5) Entreprise étendue (Extended Enterprise (EE))** : Une entreprise étendue est une sorte de collaboration dans laquelle une entreprise étend ses frontières pour englober ses fournisseurs, ses clients, et ses partenaires. Une entreprise étendue peut être considérée comme un cas particulier d'une entreprise virtuelle.

Un processus collaboratif est vu comme étant un ensemble de processus métiers partagés entre plusieurs organisations.

Dans [8], l'auteur définit un processus collaboratif comme étant *un ensemble partiellement ordonné d'activités spécifiquement organisées chez les partenaires de la collaboration et dont l'exécution est assurée par ces derniers*. Dans ce cadre, chaque activité collaborative est un processus interne à l'entreprise dont seule une interface est visible pour les autres partenaires.

L'auteur dans [26], définit un processus collaboratif comme *un processus dont les activités peuvent appartenir à des organisations différentes*. Cette vision, si elle semble simple, n'est pas anecdotique dans la mesure où elle est porteuse de la notion d'externalisation du traitement au sein d'un processus collaboratif.

Dans le travail [27], les auteurs considèrent un processus interentreprises (collaboratif) comme un processus métier complexe impliquant plusieurs entreprises, c'est le résultat de la coordination de plusieurs activités issues de

plusieurs entreprises, où ces activités échangent des informations et des services entre elles.

Nous retenant qu'un processus collaboratif est un ensemble partiellement ordonné d'activités spécifiquement organisées chez les partenaires de la collaboration et leur exécution est hébergée chez ces derniers.

Selon les travaux présentés dans [28] et [29], nous distinguons deux types de processus collaboratifs : **1) Les processus collaboratifs privés (abstrait)** : Ils représentent des processus internes spécifiquement réalisés au sein de l'organisation. Cette catégorie de processus est par définition un processus interne à l'entreprise et peut être assimilée à la définition du processus métier présentée dans [30] : *Un ensemble d'activités ordonnées selon un ensemble de règles procédurales pour réaliser un objectif précis au sein d'une organisation et réalisé par un groupe de personne* . **2) Les processus collaboratifs publics** : Ils représentent des processus menés en collaboration avec d'autres organisations en dehors des frontières de l'organisation. Un processus collaboratif public implique différentes entreprises et peut se définir, selon le travail présenté dans [26], comme étant : *un processus dont les activités appartiennent à différentes organisations*.

1.3 TRAVAUX SUR LA COLLABORATION

Le domaine de la collaboration inter-organisationnelle est un domaine très actif où plusieurs travaux ont été menés dans ce contexte. Cependant la collaboration est un système très complexe qui évolue constamment. Ce qui rend ce sujet toujours d'actualité.

Selon le travail [8], les partenaires peuvent collaborer via leurs systèmes

d'information. Le concept de SIC (Système d'Information Collaboratif) a été conçu pour faire face aux problèmes d'interopérabilité. Ce système met l'accent sur la combinaison des SI des différents partenaires dans un système unique. L'auteur dans [8], propose de générer un SIC à partir d'un processus collaboratif décrit en BPMN (Business Process Modeling Notation). Développer un tel SIC exige la transformation d'un modèle de processus de collaboration BPMN en un SOA (Service Oriented Architecture) modèle de ce SIC. Ceci est basé sur l'approche MDA (Model Driven Architecture) [31].

Le BPMN soutient le Modèle CIM (Computer Independent Model), alors que le SIC basé SOA soutient le modèle PIM (Platform Independent Model) du MDA. L'auteur dans [8] suppose que les organisations concernées sont en mesure de proposer le modèle de processus de collaboration. Ce qui sous-entend que les règles de collaboration ne sont pas clairement définies au niveau CIM. La solution à ce problème consiste à fournir une base de connaissances permettant de définir le processus collaboratif à partir du réseau et des partenaires de la collaboration.

Le travail présenté dans [3] vient pour compléter la démarche proposée par [8] en lui apportant son point d'entrée : le modèle de processus de collaboration au niveau CIM du MDA. Une base de connaissance a été développée pour concevoir le modèle de processus collaboratif. L'auteur dans [3] propose une approche qui définit une sorte d'entreprise virtuelle en proposant un modèle de processus métier collaboratif interentreprises.

Ce processus est conçu comme étant une chaîne de processus abstraits. Ce travail enrichit celui effectué dans [8]. Dans [5], les auteurs proposent un système de collaboration entre les processus métiers des entreprises. Par consé-

quent, une première ontologie a été proposée représentant les concepts liés au réseau de collaboration des systèmes d'entreprise. La seconde, illustre le processus d'entreprise qui présente certains aspects du processus industriel.

Le travail présenté dans [5] est basé sur la méthodologie proposée par [3] et affirme que dans ce dernier, le processus de collaboration est conçu comme étant une chaîne de services abstraits.

[5] a enrichi l'ontologie proposée par l'auteur dans [3] afin de proposer un système de collaboration entre les processus métiers des entreprises, contrairement à ce qui a été présenté [3], qui a défini une sorte d'entreprise virtuelle permettant la collaboration entre les entreprises. Dans [5], les auteurs affirment que le processus de collaboration proposé dans [3] est conçu comme étant une chaîne de services abstraits.

1.4 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX

Après avoir analysé l'ensemble des travaux, nous constatons que l'auteur dans [3] traite la collaboration dans le cas d'une entreprise virtuelle. On déclare, dans ce travail, ne pas avoir pris en considération certains concepts (exemple la notion d'évènement). Les travaux présentés dans [32] et [6] affirment que dans le travail présenté dans [3] il y a un manque qu'ils jugent important, c'est le fait de ne prendre en considération que quelques caractéristiques de la collaboration (exemple l'aspect ressource de type humain).

Nous avons aussi constaté que dans [3] et [5] la collaboration considère les aspects individuels et les aspects collectifs. Les aspects individuels concernent les acteurs qui accomplissent les tâches de collaboration telles que le rôle. Les

aspects collectifs concernent les stratégies, les objectifs, les relations, comme la typologie. Le modèle de réseau de collaboration présenté dans [3] a été réutilisé dans [5]. Ce modèle est présenté dans la Figure 1.1, aucun concept relatif aux ressources utilisées ou au processus collaboratif n'ont été introduits dans ce modèle.

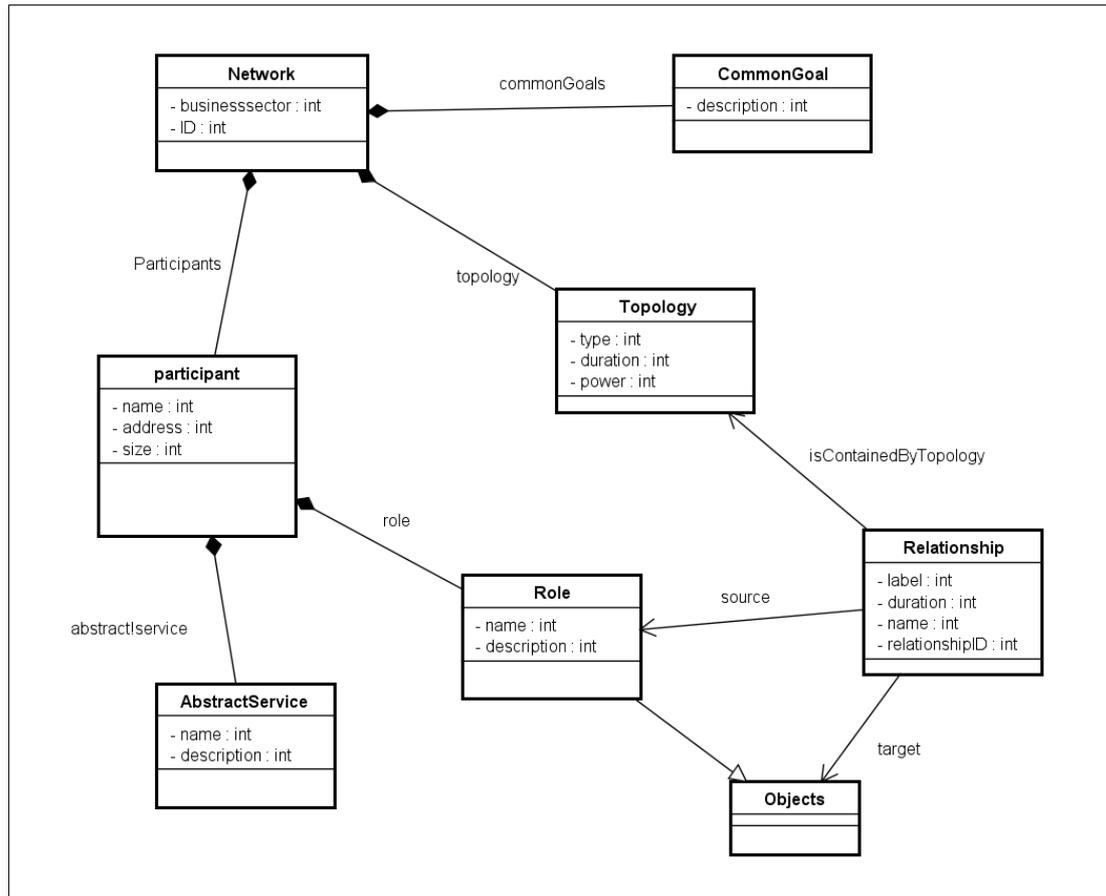


FIGURE 1.1 – Modèle du réseau de collaboration de Rajsiri[3]

Nous tenons aussi à préciser que dans [3] l'auteur affirme ne prendre en considération que les instances de collaboration dont l'origine est le MIT Process Hand Book [33]. Son système est totalement fondé sur ces connaissances donc ce dernier est limité en terme de modèles de processus collaboratifs gé-

nés à la fin. Dans [3], l'auteur ne propose pas l'utilisation des connaissances provenant d'autres sources telles que des cas de collaboration réels (cas d'utilisations) et ne donne donc pas la main aux partenaires pour exprimer leurs connaissances concernant les parties qui vont être incluses dans les modèles de processus collaboratifs générés à la fin.

Dans notre travail, nous proposons de combiner et d'enrichir les approches présentées dans [3] et [5]. En prenant en considération un maximum de concepts relatifs au domaine de la collaboration, un maximum de structures de collaboration ainsi qu'un maximum de cas de collaboration. Nous proposons donc de recommencer à partir de zéro et de parcourir la littérature pour recenser le maximum de concepts liés à la collaboration inter-organisationnelle, afin de proposer une modélisation couvrant au maximum le domaine. Comme nous proposons aussi d'utiliser des connaissances provenant d'autres sources telles que des cas de collaboration réels (cas d'utilisations). Nous proposons donc de donner la main aux partenaires pour exprimer leurs connaissances concernant les parties de leurs processus métiers qui vont être incluses dans les modèles de processus collaboratifs générés à la fin.

Afin de prendre en compte le maximum d'aspects liés à la collaboration inter-organisationnelle notre étude porte sur *1) la collaboration en général, y compris ses définitions et ses classifications, 2) l'organisation, 3) le processus collaboratif.*

Nous présentons dans les tableaux suivants, les concepts utilisés dans [3] et [5] vue le fait que nous avons adopté leur démarche et que nous proposons de l'enrichir.

Le Tableau 1.1, présente les concepts liés à la collaboration inter-organisationnelle, à savoir sa structure, le réseau de collaboration et sa topologie :

Travaux de recherches Concepts	[3]	[5]
1) La structure de la collaboration		
Organisation virtuelle [25]		
Organisation virtuelle dynamique [25]		
Entreprise virtuelle [34]	X	
Entreprise Réseau [35]		
Entreprise Réseau [36]		X
2) Réseau de collaboration [3]		
Objectif commun	X	X
Relation entre partenaires	X	X
Durée	X	
Stabilité		
3) Topologie du réseau de collaboration		
Chain	X	
Etoile	X	
Peer to Peer	X	
Prise de décision	X	

TABLE 1.1 – Concepts relatifs à la collaboration.

Le Tableau 1.2 présente les concepts liés à l'organisation, à savoir : le profil, les types, les ressources et les relations inter-organisations :

Travaux de recherches Concepts	[3]	[5]
1) Les types d'organisations		
Entreprise.	X	X
Organisation virtuelle dynamique [25]		
Organisation publique.		
Organisation à but non lucratif.		
2) Profil		
Nom	X	X
Description		
Adresse	X	
Nationalité		
Constitution (en groupe ou individuelle)		
Taill	X	
Secteur	X	
3) Ressources		
Financière		
Humaines		X
Matérielles	X	X
Logicielles	X	X
Méthodes		
Informations	X	
4) Relations inter-organisations		
Horizontale (même secteur)	X	X
Verticale (client/fournisseur)	X	X
Transversale (groupe, d'intérêts)	X	X

TABLE 1.2 – Concepts relatifs à l'organisation.

Le Tableau 1.3 présente les concepts relatifs au processus collaboratif, afin de permettre aux partenaires de partager des parties de leurs processus métiers, s'ils le souhaitent, chacun selon son rôle et selon l'objectif à atteindre. ([35],[8], [5], [26], [37]) :

Travaux de recherches Concepts	[3]	[5]
Activités		
Rôle	X	
Tache		
Transition de controle		
Ressources		
Evènement (interne,externe, temporaire)		
Evènement,particulier (déclencheur, interrupteur, modificateur)		
Résultat		
Entrée		
Scénario		
Condition		
Processus abstrait		X
Processus détaillé		
Type de processus (Main, secondaire, de management)		

TABLE 1.3 – *Concepts relatifs au Processus collaboratif*

Selon ces trois Tableaux (1.3,1.2 et 1.3), nous constatons que dans [3] uniquement le cas «l'entreprise virtuelle » est pris en compte. Par conséquent, les auteurs ne sont considérés que les concepts liés à cette structure de collaboration. Dans [5], les auteurs ont proposé une collaboration entre les processus métier des systèmes d'entreprises, de sorte à tenir compte des aspects liés au «réseau d'entreprises». Nous notons que dans [3] et [5] les auteurs tiennent compte des concepts en fonction de leurs besoins de collaboration.

Dans notre travail de recherche, le but est de concevoir, en tant que résultat, un processus collaboratif inter-organisationnel, nous avons jugé nécessaire l'introduction des concepts relatifs au processus collaboratif inter-organisationnel dans notre caractérisation de la collaboration. Certains partenaires acceptent de partager, d'une manière abstraite ou détaillée, une partie de leur processus, il est nécessaire de tenir compte de ces connaissances.

Dans notre cas, nous voulons soutenir plusieurs types de structures de collaboration, donc nous avons essayé de prendre en compte un maximum de concepts.

Nous aimerions également préciser que dans notre cas le facteur «stabilité» du réseau n'est pas pris en charge car notre travail de recherche démarre avec l'hypothèse que tous les partenaires ont déjà été sélectionnés et choisis dans les réseaux sociaux professionnels.

1.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre, une revue de la littérature nous a conduit à relever une diversité de connaissances sur la collaboration inter-organisationnelle. Dans notre étude un maximum de concepts relatifs à la collaboration, à l'organisation et au processus collaboratif ont été introduits. Le fruit de cette étude est la conception d'un méta-modèle UML de collaboration. Ce dernier va être présenté dans les détails du Chapitre 4.

Le chapitre suivant prendra en charge l'étude état de l'art conduite sur la gestion des connaissances collaboratives.

GESTION DES CONNAISSANCES COLLABORATIVES

2

SOMMAIRE

2.1	INTRODUCTION	25
2.2	DÉFINITIONS ET NOTIONS DE BASE	25
2.3	TRAVAUX SUR LA GESTION DES CONNAISSANCES COLLABORATIVES	32
2.3.1	Travaux de Oliveira et al [1]	32
2.3.2	Travaux de Plisson et al [2]	33
2.3.3	Travaux de Rajsiri [3]	34
2.3.4	Travaux de Knoll et al [4]	36
2.3.5	Travaux de Saib et al [5]	37
2.3.6	Travaux de Lauras et al [6]	38
2.3.7	Travaux de Mu et al [7] :	40
2.4	ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX	41
2.5	CONCLUSION	49

2.1 INTRODUCTION

Dans le chapitre précédent nous avons présenté un état de l'art détaillé sur la modélisation de la collaboration cependant pour passer de cet ensemble de connaissances récoltées à un modèle de processus collaboratif, de nouvelles connaissances doivent être déduites. Le partage de ces dernières est donc devenu une nécessité pour les organisations, ce qui a créé le besoin d'une compréhension commune des concepts du domaine. Dans ce contexte, l'ontologie est utilisée dans le domaine de la collaboration inter-organisationnelle pour résoudre les problèmes relatifs à la représentation et aux partages des connaissances à l'hétérogénéité entre les partenaires ainsi que le raisonnement sur ces connaissances. Le but principal de ce chapitre est de présenter quelques notions de base sur les ontologies et leur conception ainsi qu'une étude, analyse et synthèse de travaux basés sur l'ontologie dans le domaine de la collaboration inter-organisationnelle.

2.2 DÉFINITIONS ET NOTIONS DE BASE

2.2.1 Les ontologies

Les ontologies sont un moyen de représenter et de partager les connaissances pour unifier les concepts dans un domaine et les rendre manipulable par une machine. En 1995, Gruber, a défini l'ontologie comme étant une spécification explicite d'une conceptualisation partagée [38]. En 1979, Borst l'a définie comme une spécification formelle d'une conceptualisation partagée [39]. Stu-

der [40] a combiné les deux définitions en 1998, il a présenté l'ontologie comme étant une spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée.

Selon [41], une ontologie peut être aussi définie comme étant un ensemble de représentations primitives (classes, attributs, relations, . . .) avec les quels un domaine de connaissance peut être modélisé.

Dans [42], les auteurs ont résumé les interets principaux de l'utilisation des ontologies dans un domaine comme suit : Partager la compréhension commune de la structure de l'information, permettre la réutilisation des connaissances, rendre explicite ce qui est considéré comme implicite et analyser les connaissances dans un domaine.

Selon [41], les éléments définissant une ontologie sont : **1) Les concepts (classes)** : un concept représente l'ensemble des classes ou des entités du domaine (ex : partenaire, organisation, réseau collaboratif, business service font partie des concepts du domaine de la collaboration); **2) Les relations** : décrivant l'interaction entre les concepts. **3) Les instances (individus)** : les objets représentés par des concepts. Une ontologie ne contient aucune instance parce qu'il s'agit d'une conceptualisation du domaine, l'association d'une ontologie et des instances constitue une base de connaissances. **3) Les axiomes** : des assertions toujours vraies concernant les abstractions du domaine traduites par l'ontologie. Ces axiomes peuvent être : les propriétés algébriques d'une relation, cardinalités d'une relation et même des propriétés propres au domaine de connaissances [43]. **4) Les fonctions** : des relations particulières où le nième élément est exprimé en fonction des $n-1$ éléments précédents. Ce type de relation est rarement utilisé dans les ontologies et cela revient selon [43] au fait

que les relations fonctionnelles entre les concepts ne sont présentes que dans certains domaines scientifiques « physique , chimie ... etc » [38].

2.2.2 Méthodologie de conception d'une ontologie :

Il existe plusieurs méthodologies à suivre permettant la construction d'une ontologie, nous nous sommes intéressés à la méthodologie Neon qui propose neuf scenarii [44] :

Scenario 1 : Développement à partir de zéro

Représente le scenario de base dans la construction des ontologies, doit donc être combiné avec d'autres scenarii.

Le scénario se déroule comme suit :

- La spécification des besoins (but, portée, langage d'implémentation, questions de compétences auxquelles l'ontologie doit répondre et le glossaire des termes à utiliser),
- L'identification de la possibilité de l'utilisation d'autres ressources (ontologiques ou pas) afin d'avoir des indices sur les scenarii qui peuvent être suivis après,
- La conception de l'ontologie : les connaissances sont organisées et structurées dans des modèles.
- La formalisation de l'ontologie.

Ce scenario génère une ontologie et un ensemble de documents (spécification des besoins et évaluation).

Scenario 2 : Réutilisation des ressources non-ontologiques

L'utilisation des ressources non-ontologiques comme les thesaurus, les folksonomies et les glossaires permet de rendre le processus de construction de l'ontologie plus rapide.

Le scénario se déroule comme suit :

- La recherche des ressources non-ontologiques : doit avoir en entrée un document spécifiant les besoins de l'ontologie. Par la suite une recherche s'effectuera afin d'identifier les ressources candidates,
- L'évaluation des ressources candidates : évaluer les ressources selon la terminologie utilisée et la précision,
- Sélectionner les ressources les plus appropriées à utiliser.

Les ressources seront transformées en une ontologie en utilisant un processus suivant :

- Analyser la ressource ;
- Transformer la ressource en un modèle conceptuel ;
- Transformer le modèle conceptuel en une ontologie.

Ce scénario fournit en sortie une ontologie représentant le domaine ainsi que d'autres documents contenant la spécification et l'évaluation.

Scenario 3 : Réutilisation de ressources ontologiques

Ce scénario s'exécute dans le cas où les concepteurs veulent réutiliser les ressources ontologiques dont ils disposent pour les réutiliser.

Ce scénario se déroule comme suit :

- La recherche des ontologies candidates sur le net, dans des moteurs de recherche sémantiques (ex : swoogle3 <http://swoogle.umbc.edu/>),
- L'évaluation des ontologies dans le but de savoir si elle répond aux besoins spécifiés,
- La comparaison des ontologies : le concepteur compare les ontologies candidates en utilisant des critères préalablement identifiés,
- La sélection des ontologies : le concepteur se base sur la comparaison effectuée pour sélectionner les ontologies à réutiliser. Le concepteur doit choisir un mode pour réutilisation de l'ontologie (ex : la réutilisation des ressources sans modification, le re-engineering des ressources avant l'utilisation, la fusion des ontologies avec d'autres ressources.)
- L'intégration des ontologies : les ontologies issues de l'activité 4 seront intégrées directement dans le réseau d'ontologies.

Ce scénario génère une ontologie et d'autres documents contenant la spécification et l'évaluation.

Scénario 4 : Re-engineering des ressources ontologiques

Ce scénario s'exécute dans le cas où les développeurs disposent de ressources ontologiques pouvant être modifiée. Le processus de réingénierie utilisé dans cette méthodologie est inspiré de l'ingénierie de logiciel (les spécifications, la conception, la formalisation et l'implémentation.)

Scénario 5 : Fusion des ressources ontologiques

Ce scénario s'exécute dans le cas où les ressources ontologiques sont sélectionnées.

tionnées par le concepteur afin de les fusionner pour avoir une seule ontologie.

Le scénario 3, se déroule comme suit :

- L’alignement des ontologies sélectionnées,
- La fusion des ontologies afin d’obtenir une seule ontologie,
- L’ontologie résultante représente l’entrée pour des activités dans le scénario 1.

Ce scénario génère en sortie une ontologie qui sera intégrée dans le réseau d’ontologie.

Scénario 6 : Réutilisation, la fusion et le Re-engineering des ressources ontologiques

Le concepteur doit d’abord exécuter le scénario 3 afin de sélectionner les ressources ontologiques à utiliser. Dans le cas où les ressources sont valides mais non complètes et s’il les considère de façon indépendante alors le scénario 5 sera exécuté (alignement, fusion) puis un processus de re-engineering sera exécuté (scénario 4) afin de modifier l’ontologie qui sera utilisée comme une entrée dans des activités dans le scénario 1. Ce scénario génère en sortie une ontologie représentant le domaine ainsi que d’autres documents de spécification et d’évaluation.

Scénario 7 : Utilisation de patrons de conception ontologiques

Les patrons de conception contiennent des solutions aux problèmes fréquents lors de la conception des ontologies. Les concepteurs peuvent y faire recours afin de résoudre des problèmes typiques. Les patrons peuvent être trouvés dans des bibliothèques en ligne.

Scenario 8 : Restructuration de l'ontologie

Ce scenario est exécuté après la phase de conception dans le cas de restructuration de l'ontologie résultante exécutant l'une des étapes suivantes :

- La modularisation ;
- L'élagage de l'ontologie en éliminant ce qui n'est pas nécessaire ;
- Enrichissement de l'ontologie : par extension ou spécialisation.

Scenario 9 : Localisation des ressources ontologiques

Ce scenario est exécuté dans le cas où l'ontologie doit être écrite dans plusieurs langues. Tous ses termes doivent être traduits dans un autre langage naturel (anglais, français, ... etc) en utilisant des thesaurus et des dictionnaires.

Les étapes de ce scénario sont comme suit :

- Sélectionner les assets les plus approprié afin de réduire les couts et augmenter la qualité de la localisation,
- Sélectionner les termes de l'ontologie à traduire,
- Faire la traduction des termes,
- Evaluer la traduction effectuée,
- Faire une mise à jour de l'ontologie en introduisant les termes traduits.

Dans ce travail nous nous intéressons au domaine de la collaboration inter-organisationnelle. Différents travaux de recherche se sont intéressés au domaine en proposant différents types d'ontologies.

Dans la suite de ce chapitre nous présenterons une synthèse et une comparaison d'un ensemble de travaux proposant des ontologies dans le domaine de la collaboration inter-organisationnelle.

2.3 TRAVAUX SUR LA GESTION DES CONNAISSANCES COLLABORATIVES

2.3.1 Travaux de Oliveira et al [1]

Pour collaborer, les individus doivent échanger des informations (communication) et s'organiser (coordination) pour travailler ensemble dans un même espace de travail (coopération). Dans ce travail les auteurs présentent une ontologie de collaboration basée sur la structure définie par le modèle 3C (Communication, coordination et Coopération) et montre comment que ce dernier peut être utilisé pour promouvoir l'intégration avec des outils logiciels collaboratifs.

Le modèle 3C représente la base sur laquelle est définie cette ontologie [1]. Cette dernière permet l'intégration des outils de collaboration (Chat, Forum, Messagerie,...) au sein d'une organisation telque présenté dans la Figure 2.1.

Pour chaque outil, le modèle conceptuel est mappé à l'intérieur de l'ontologie [1].

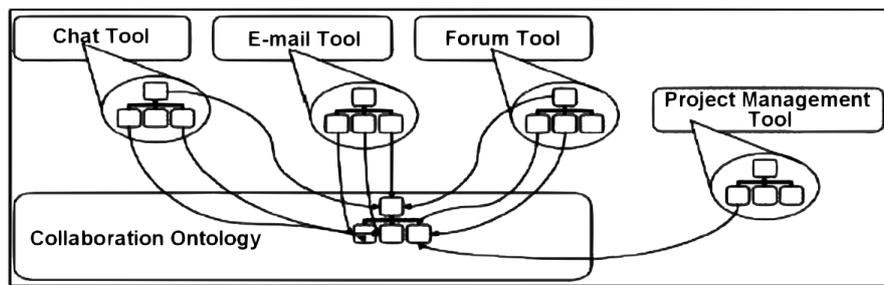


FIGURE 2.1 – Mapping modèle d'outil/ontologie de Oliveira [1]

L'ontologie de base est composée de trois sous ontologies : communication, coopération et coopération.(voir Figure 2.2).

La coordination permet au groupe de s'organiser afin d'éviter les efforts

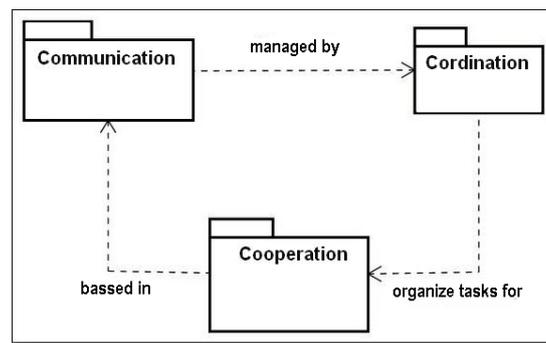


FIGURE 2.2 – Ontologie de Oliveira[1]

inutiles, la communication permet l'échange des informations entre les individus, la coopération permet au membre de groupe de gérer, manipuler des tâches communes.

La sous ontologie de coordination n'est pas encore développée, plusieurs axiomes ont été définis pour cette ontologie afin d'accomplir les connaissances manquantes.

2.3.2 Travaux de Plisson et al [2]

La Figure 2.3 représente l'ontologie de domaine proposée dans [2]. Dans cette dernière les concepteurs spécifient le vocabulaire, identifient les acteurs ainsi que les relations entre eux dans le cadre du réseau de collaboration. Ce réseau est de type «*Virtual Breeding Environment (VBE)*» qui est une association d'organisations et de leurs institutions collaborants en formant une alliance à long terme.

L'ontologie proposée permet de présenter les connaissances du réseau de collaboration afin de les utiliser et/ou les réutiliser dans plusieurs situations

de collaboration (dans le cas de la collaboration VBE). Cette ontologie a été réalisée dans le cadre des projets ECOLEAD et SOENET.

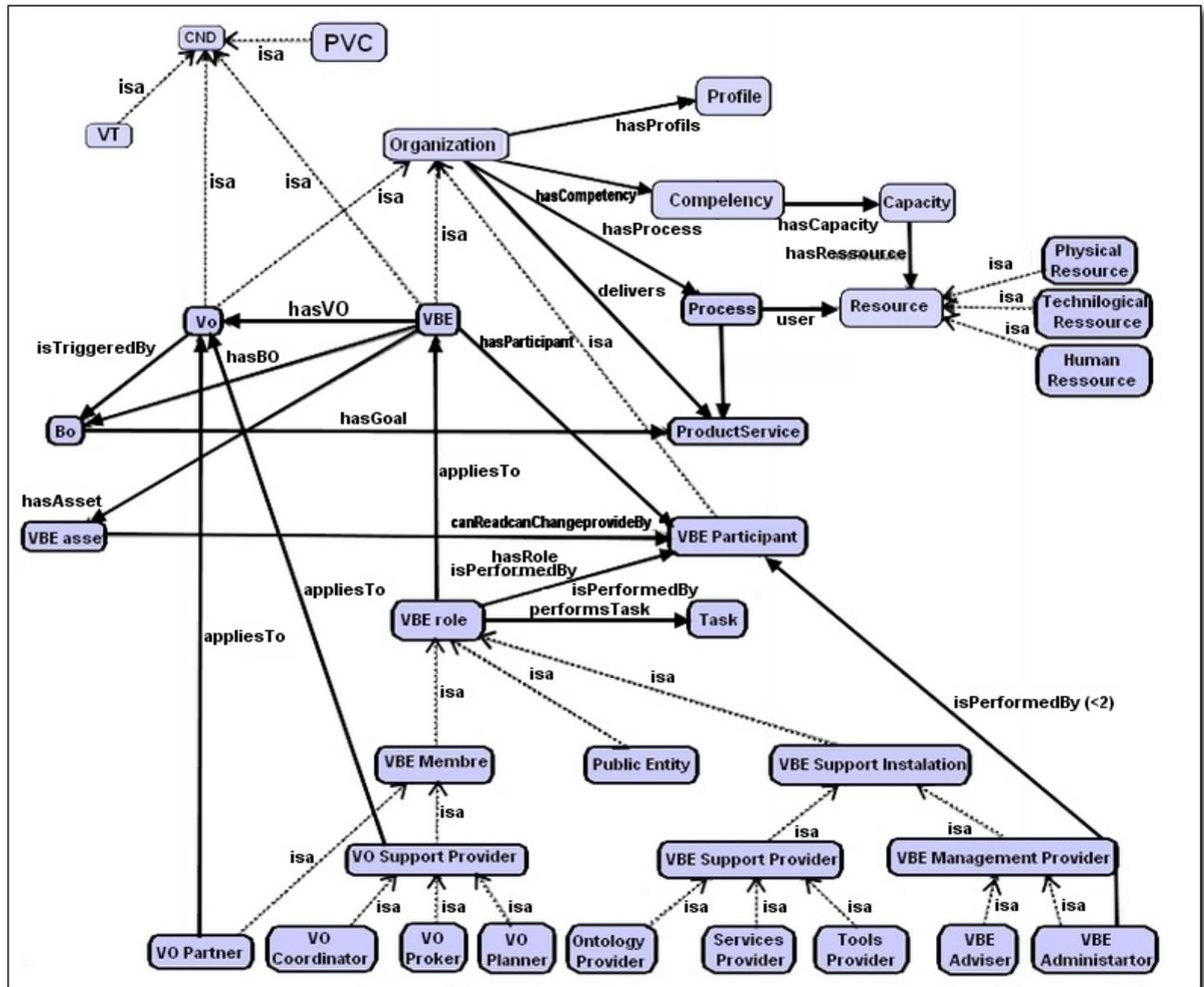


FIGURE 2.3 – Ontologie de Plisson [2]

2.3.3 Travaux de Rajsiri [3]

Dans [3], l'auteur propose dans son travail un système de gestion de connaissances basé sur une ontologie dite Collaborative Network Ontology

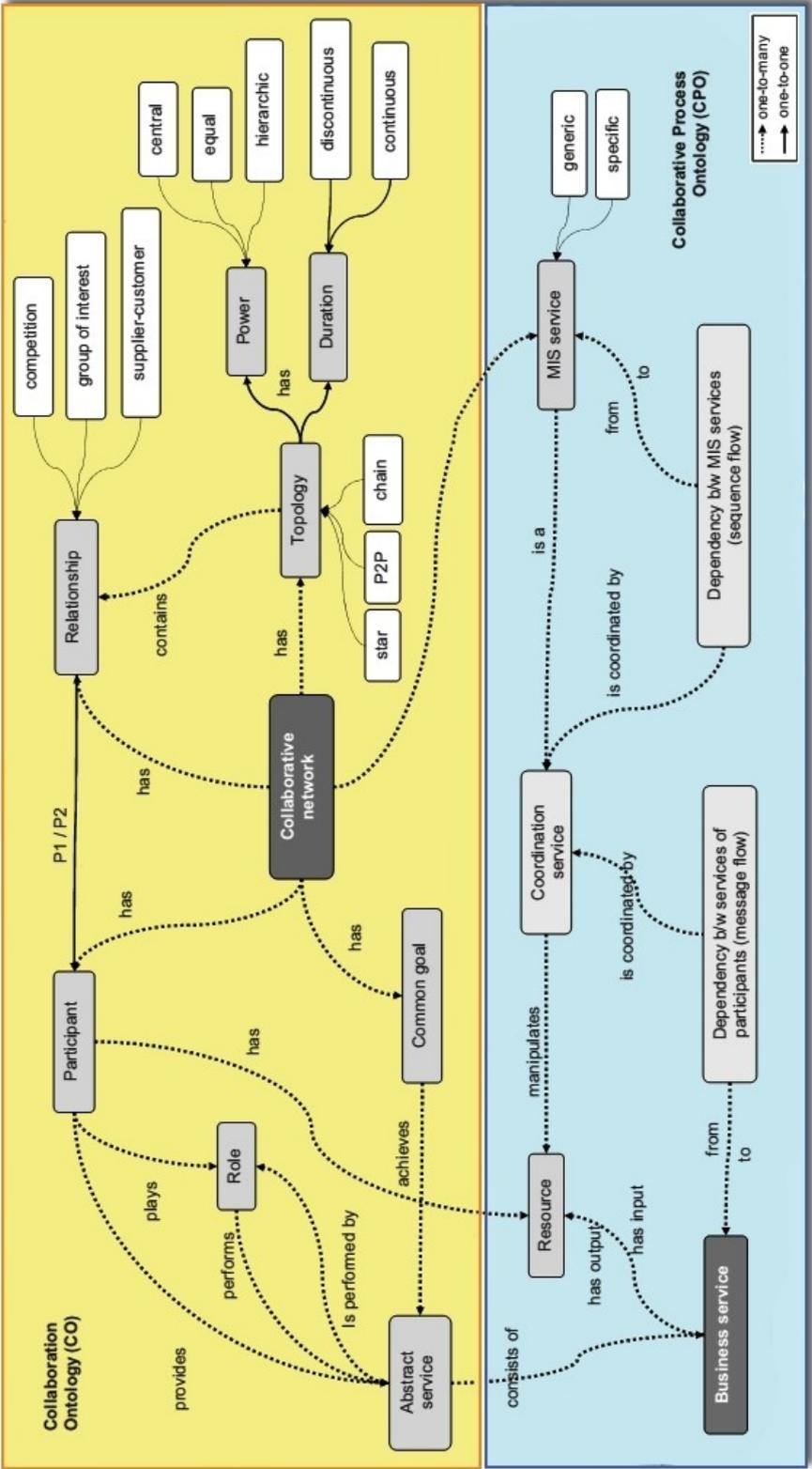


FIGURE 2.4 – Ontologie de Rajsiri [3]

(CNO) (Figure 2.4), couvrant à la fois le réseau de collaboration et les domaines du processus métier.

La (CNO) est composée de deux ontologies : **1) L'ontologie de collaboration (CO)** pour les caractéristiques de la collaboration; **2) L'ontologie de processus collaboratif (CPO)** pour les caractéristiques de processus collaboratif.

Les deux ontologies sont reliées entre elles via des liens sémantiques et structurels (représentés par les règles de déduction). Les règles offrent la possibilité de transformer les connaissances de collaboration en connaissances de processus collaboratif en raisonnant sur les instances de la base de connaissances.

2.3.4 Travaux de Knoll et al [4]

Dans ce travail, un «*Group Support system (GSS)*» est présenté. Ce dernier est un environnement basé sur les technologies de l'information facilitant le travail en groupe entre des individus géographiquement dispersés, offrant une gamme d'applications leur permettant de communiquer, de partager, d'évaluer et de prendre des décisions. Cet environnement permet de supporter le processus collaboratif en introduisant des connaissances concernant le domaine de la collaboration.

La Figure 2.5 présente l'ontologie utilisée pour la création de nouvelles fonctionnalités dans ce système [4]. Ces fonctionnalités permettent d'exécuter un processus collaboratif d'une manière facile et de partager les connaissances sur les différents utilisateurs du GSS.

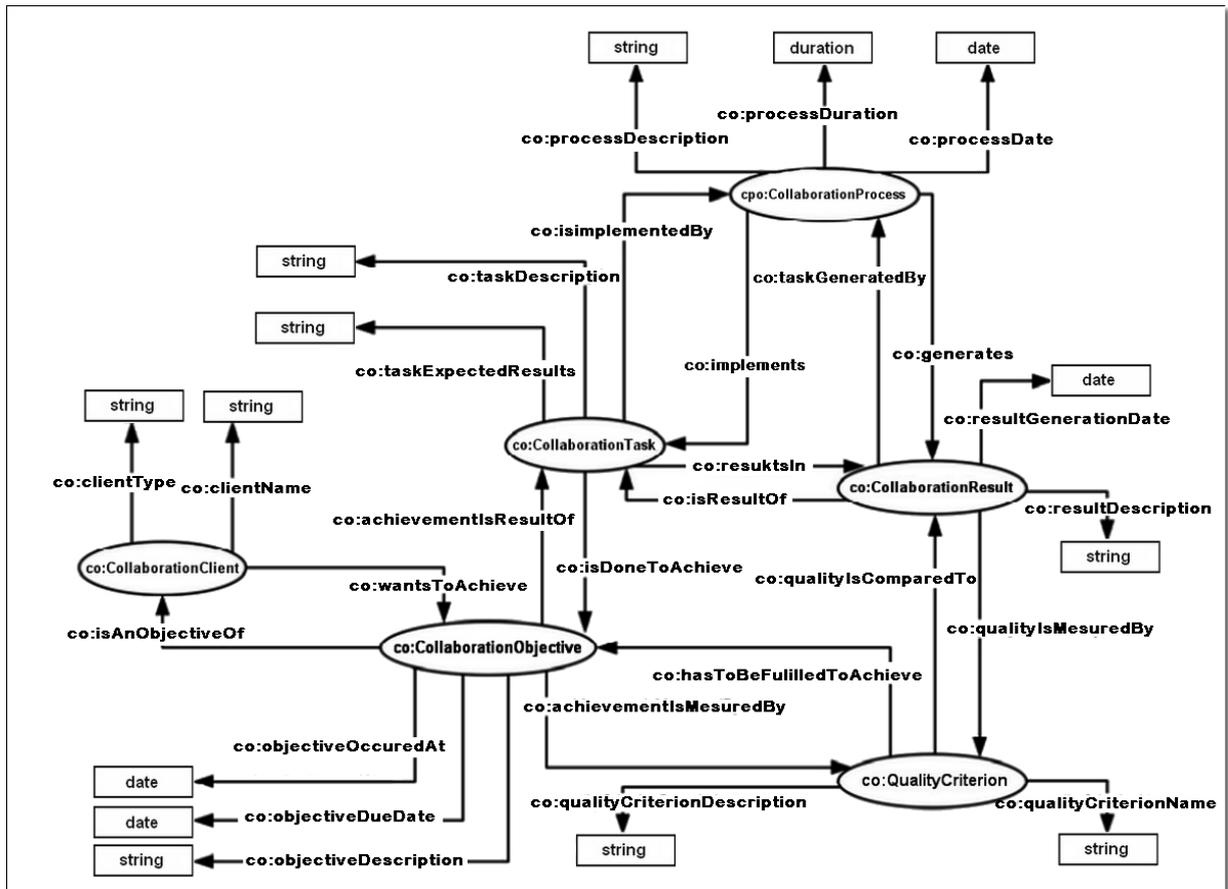


FIGURE 2.5 – L'ontologie de collaboration de Knoll [4]

2.3.5 Travaux de Saib et al [5]

Ce travail est basé sur la méthodologie proposée dans [3] et vise d'interconnecter des systèmes hétérogènes. Les auteurs présentent une base de connaissances permettant la conception d'un processus collaboratif bien défini.

La base de connaissances proposée est basée sur deux ontologies : la première dédiée pour le réseau de collaboration d'entreprises et la deuxième dédiée aux concepts liés au processus métiers.

Les deux ontologies sont interconnectées via un ensemble de règles d'inférences.

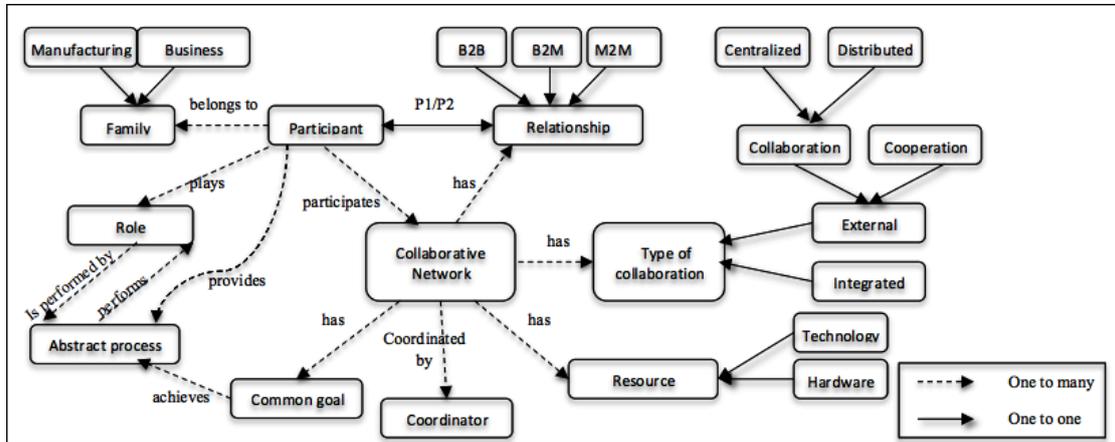


FIGURE 2.6 – L'ontologie de collaboration de Saib [5]

1) L'ontologie du réseau de collaboration présentée dans la Figure 2.6 caractérise ce dernier par un type de collaboration, un ensemble de participants interagissent entre eux via des relations. L'ensemble de relations forme la topologie du réseau. Chaque participant possède un rôle et fournit un processus abstrait permettant d'atteindre l'objectif du réseau de collaboration, qui est géré par le service coordinateur.

2) L'ontologie du processus collaboratif présentée dans la Figure 2.7 décrit le processus collaboratif comme étant un processus métier composé d'un ensemble d'actifnier peut être global (abstrait) ou détaillé.

2.3.6 Travaux de Lauras et al [6]

Le travail présenté dans [6] propose une structuration des concepts de collaboration via une méta-ontologie de collaboration dite « *Collaboration meta-*

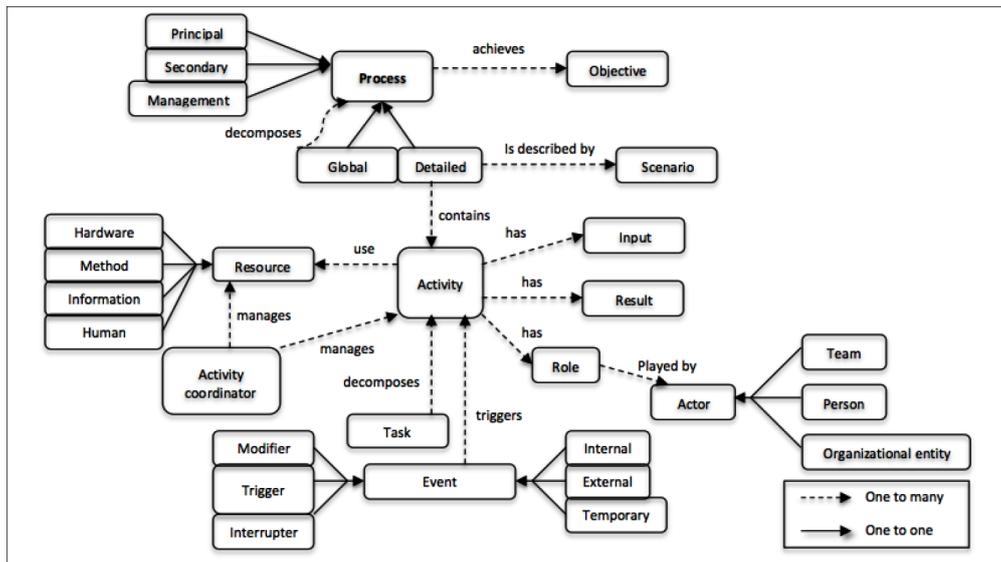


FIGURE 2.7 – L’ontologie de collaboration de Saib [4]

ontology (CMO) » qui a pour but de modéliser et de contrôler différentes situations collaboratives avancées.

D’après [6], toutes les ontologies trouvées dans la littérature se basent essentiellement sur des applications et des processus métiers spécifiques au domaine. Aucune d’entre elles ne propose une structuration des connaissances collaboratives.

L’ontologie proposée dans [6] est à la base du développement d’un outil permettant la gestion de la collaboration, la résolution du problème de la réutilisation et du partage de connaissances implicites et explicites dans une situation collaborative. En rajoutant des règles de déduction cette ontologie peut être considérée comme une ontologie de domaine.

La collaboration est décrite selon le Taux d’échange entre les partenaires (communication, coordination, coopération), le Réseau de la collaboration ainsi que l’Objectif de la collaboration.

La Figure 2.8 présente les concepts de l'ontologie et les relations entre eux.

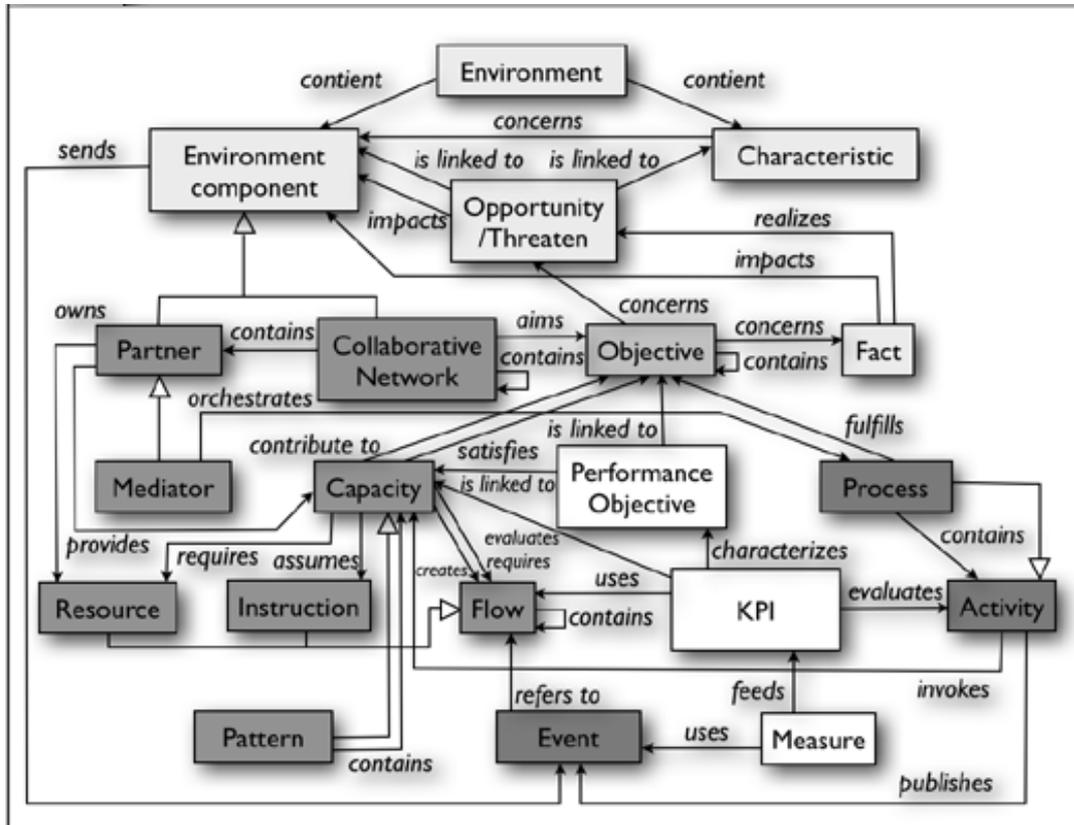


FIGURE 2.8 – Méta-ontologie de collaboration de Lauras[6]

2.3.7 Travaux de Mu et al [7] :

L'ontologie présentée dans [7] a été conçue pour automatiser la sélection des services métiers répondants à un ensemble d'objectifs de la collaboration.

Cette ontologie contient des concepts relatifs à la collaboration et à la médiation, d'où la décomposition modulaire présentée dans la Figure (2.9).

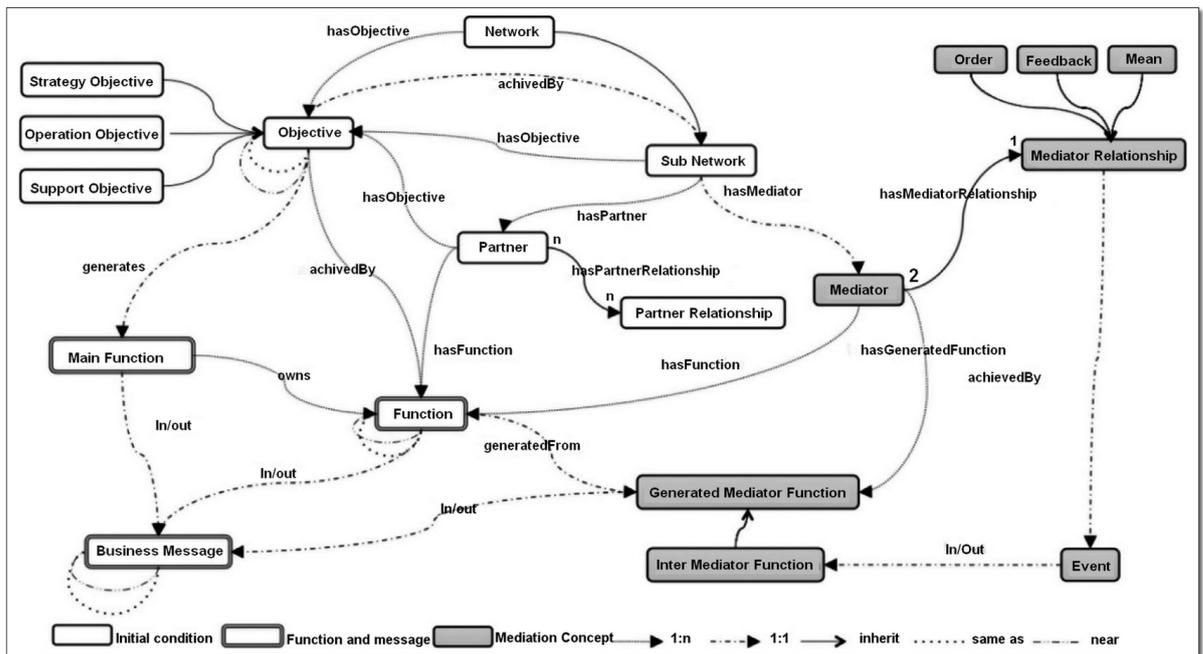


FIGURE 2.9 – L'ontologie de de Mu[7]

2.4 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX

2.4.1 Critères de comparaison

Après avoir étudié les ontologies proposées dans le domaine de la collaboration inter-organisationnelle, nous avons identifié un ensemble de critères pour comparer l'ensemble des ontologies :

— **L'approche de construction de l'ontologie** : nous avons distingué deux catégories :

1) A partir de zéro (from scratch) : dans cette catégorie une étude exhaustive des connaissances concernant l'environnement de la collaboration via plusieurs moyens (interviews, documentation, interviews, état de l'art, ...) est faite.

2) Basée sur des ontologies et/ou modèles existants : dans cette catégorie

rie un état de l'art bien détaillé sur les travaux existants est fait afin d'extraire les concepts de la collaboration déjà inclus.

- **La couverture du domaine de la collaboration :** pour permettre de mesurer le degré de couverture du domaine (partielle, totale) nous avons classé les concepts de ce domaine en 4 catégories :
 - 1) Les concepts du réseau collaboratif : organisations, partenaires, objectifs, compétences, ... etc,
 - 2) Les concepts du processus collaboratif : processus, activités, tâches, inputs/outputs, ... etc,
 - 3) Les concepts de mesurer des performances de la collaboration : KPI... etc,
 - 4) Les concepts décrivant l'environnement de la collaboration : opportunités, ... etc.
- **Le type de l'ontologie :** en analysant les différents travaux nous avons identifié plusieurs types d'ontologies : générique, core, de domaine, d'application.
- **L'objectif de l'ontologie :** les différentes ontologies étudiées ont été présentées chacune dans un cadre bien défini. Soit dans le cadre d'un projet ou bien dans un cadre de recherche pure.
- **L'utilisation des formalismes de présentation :** nous distinguons deux types de représentation pour les ontologies étudiées. Certaines sont formalisées en utilisant un formalisme de représentation comme OWL, et d'autres ne le sont pas.
- **La façon de collaborer :** Ce critère permet de distinguer les ontologies selon la manière dont est faite la collaboration :
 - 1) Logiciel de collaboration (forum, email tools ...) ou système d'information.

2) Outils de collaboration : la collaboration se fait via des systèmes dédiés à la collaboration (ex : les forums)

3) Système d'information : la collaboration entre des systèmes d'information via un système médiateur.

— **Utilisation des concepts de l'ingénierie de collaboration** : Dans l'ingénierie de collaboration, il existe plusieurs concepts permettant de décrire des pratiques de travail pour les tâches récurrentes, comme les patrons de collaboration et les thinklets [45].

Il y'a donc des ontologies de collaboration prenant en compte les concepts relatifs à l'ingénierie de collaboration et d'autres qui ne le font pas.

— **La modularité** : est le découpage de l'ontologie en deux ou plusieurs parties réutilisables, il existe deux types de modularité (physique ou sémantique).

2.4.2 Synthèse des travaux

Dans le Tableau 2.1 nous résumons l'étude comparative faite entre les différentes ontologies en se basant sur les critères présentés dans la section précédente.

Critères Travaux	Approche de construction	Objectif	Couverture du domaine	Type d'ontologie	Formalisation	Modularité
[1]	A partir de zéro	Recherche	-Processus -Réseau de collaboration	Domaine	Non	Oui
[3]	Réutilisation	Projet	-Processus -Réseau de collaboration -Environnement	Domaine	Oui	Non
[5]	Réutilisation	Recherche	-Processus -Réseau de collaboration	Domaine	Oui	Non
[4]	A partir de zéro	Projet	-Processus - Réseau collaboratif -Performance de collaboration	Domaine	Non	Non
[6]	Réutilisation	Recherche	-Couverture totale	Core	Non	Non (modularité sémantique uniquement)
[7]	Réutilisation	Projet	-Processus -Réseau collaboratif	Domaine	Oui	Non

TABLE 2.1 – *Tableau comparatif des travaux connexes*

Après avoir analysé l'ensemble des travaux nous avons constaté que certaines ontologies sont construites à partir de zéro (from scratch) et d'autres à partir de travaux existants, cela dépend du choix du concepteur de l'ontologie par rapport à la technologie utilisée et au problème à résoudre. La majorité des travaux ne couvre pas tout le domaine de la collaboration à l'exception de l'ontologie dans [4]. La majorité d'entre elles prend en considération les concepts relatifs au réseau et au processus de collaboration. Nous avons constaté aussi que la majorité d'entre elles ont été créés dans le cadre d'un projet de recherche. En réalité les constructeurs ont validé leurs ontologies par des experts du domaine, en les comparant avec des ontologies existantes ou en vérifiant si elles répondent aux besoins présentés fixés au début de la conception. De plus, la plupart des ontologies du domaine sont conçues pour représenter les concepts du domaine de la collaboration inter-organisationnelle. Aucune ontologie n'a utilisé les concepts de l'ingénierie de la collaboration (patron de collaboration, réutilisation, ...) mis à part les ontologies présentées dans [4] et [6], la chose pour laquelle elles sont considérées comme étant utiles pour résoudre les problèmes récurrent dans le domaine de la collaboration inter-organisationnelle.

Dans le but de concevoir une ontologie couvrant au maximum le domaine de la collaboration inter-organisationnelle, nous avons mené une étude de similarité entre les différents concepts de ces ontologies. Pour calculer la similarité entre les concepts utilisés dans les ontologies deux à deux, nous avons utilisé deux approches [46] : similarité de Jacard (SIM_1) et la similarité de Dice (SIM_2), comme expliqué dans les équations 2.1 et 2.2, où C_1 est l'ensemble des concepts de l'ontologie O_1 et C_2 est l'ensemble des concepts de l'ontologie O_2 .

$$SIM1 = \frac{Card(C1 \cap C2)}{Card(C1 \cup C2)}, SIM1 \leq 1 \quad (2.1)$$

$$SIM2 = \frac{2 \times Card(C1 \cap C2)}{Card(C1) + Card(C2)}, SIM2 \leq 1 \quad (2.2)$$

Dans le Tableau 2.2 indique le nombre de concepts en commun entre les ontologies, deux par deux, ainsi que les similarités entre elles présentées par les coordonnées (SIM₁,SIM₂).

Les ontologies	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
[1]							
[2]	4 concepts (0.08,0.15)						
[3]	3 concepts (0.07,0.13)	4 concepts (0.09,0.16)					
[4]	5 concepts (0.1,0.18)	8 concepts (0.13,0.22)	4 concepts (0.08,0.15)				
[5]	5 concepts (0.07,0.14)	10 concepts (0.13,0.23)	8 concepts (0.11,0.2)	9 concepts (0.11,0.2)			
[6]	4 concepts (0.11,0.2)	8 concepts (0.17,0.29)	6 concepts (0.14,0.25)	8 concepts (0.16,0.28)	8 concepts (0.12,0.22)		
[7]	2 concepts (0.05,0.1)	5 concepts (0.1,0.19)	7 concepts (0.18,0.3)	4 concepts (0.1,0.18)	6 concepts (0.11,0.19)	7 concepts (0.22,0.36)	

x concepts : Nombre de concepts en commun

(x,y) : (SIM₁,SIM₂)

TABLE 2.2 – Etude de similarité entre les ontologies de collaboration.

Nous constatons après cette étude un grand degré de similarité entre les ontologies [3] et [7] cela est dû au fait que ces ontologies sont conçues au sein du même projet. Donc plusieurs concepts de l'ontologie [3] sont réutilisés dans l'ontologie [7].

Nous avons constaté une faible similarité entre les différentes ontologies étudiées et celle de [1]. Cela est dû au fait que [1] a subdivisé le domaine de collaboration en trois sous domaines : coordination, communication et coopération. Nous remarquons aussi que le taux de similarité de l'ontologie [6] avec les autres ontologies est le plus élevé car cette dernière représente une méta ontologie de collaboration. Elle couvre complètement le domaine de la collaboration avec un minimum de concepts. Lors de la comparaison des différents concepts des ontologies nous avons constaté une très grande différence dans la syntaxe. Cela est dû à la différence existante entre les sources de concepts utilisés par les concepteurs de ces ontologies.

Le but principal de ce chapitre est de présenter un état de l'art détaillé sur la gestion des connaissances collaboratives basée sur les ontologies, afin de pouvoir concevoir notre propre ontologie de collaboration incluant un maximum de concepts relatifs au domaine de la collaboration afin de permettre une couverture maximale de ce dernier.

Pour assurer une couverture maximale du domaine notre ontologie doit contenir un maximum de concept relatif au domaine. Cette ontologie sera donc volumineuse donc difficile à maintenir, à réutiliser et à enrichir par la suite. Selon [47], " La modularité est une exigence clé pour les ontologies volumineuses afin de parvenir à la réutilisation, à la maintenabilité et à l'évolution". Dans [47], il précise aussi qu'avoir une ontologie modulaire permettant

de résoudre efficacement le problème du raisonnement. L'ontologie modulaire semble être une bonne solution à notre problème (problème de grande ontologie). " La modularité est une technologie importante pour les environnements de développement de connaissances en collaboration.

Il est essentiel de réduire la complexité de la conception et de la compréhension des ontologies, et de faciliter la vérification, le raisonnement, la maintenance et l'intégration des ontologies [48]. Les modules d'ontologie garantissent plusieurs avantages. Premièrement, ils facilitent la réutilisation des connaissances dans diverses applications.

Deuxièmement, ils sont plus faciles à construire, à entretenir et à remplacer. Troisièmement, ils permettent l'ingénierie distribuée des modules de l'ontologie sur différents sites et domaines d'expertise différents. Enfin, ils permettent une gestion et une navigation efficaces des modules [48].

2.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre une présentation des travaux de recherche sur les ontologies de la collaboration, a été présentée. Suivie d'une étude comparative de cette dernière selon plusieurs critères. Nous avons constaté que peu sont les ontologies de collaboration, avec une absence de la couverture totale de ce domaine. D'où le besoin d'avoir une ontologie avec une couverture maximale du domaine incluant le maximum de concepts. Le fruit de l'étude conduite est la conception d'une ontologie de collaboration modulaire. Notre ontologie va être présentée dans le chapitre 5. Cette ontologie est le noyau de notre base de connaissances permettant de stocker les modèles de collaboration issus de la

première phase et de déduire les connaissances concernant le processus collaboratif inter-organisationnel. Le chapitre suivant prendra en charge l'étude état de l'art conduite sur les processus collaboratifs inter-organisationnels.

PROCESSUS COLLABORATIFS INTER-ORGANISATIONNELS

SOMMAIRE

3.1	INTRODUCTION	52
3.2	TRAVAUX SUR LES PROCESSUS COLLABORATIFS INTER-ORGANISATIONNELS	52
3.2.1	Travaux de Touzi [8]	52
3.2.2	Travaux de Rajsiri [3]	54
3.2.3	Travaux de Bouchebout et al [9]	55
3.2.4	Travaux de Truptil [10]	57
3.2.5	Travaux de Benaben [11]	58
3.2.6	Travaux de Saib et al [5]	59
3.2.7	Travaux de Mu et al [7]	61
3.3	ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX	62
3.4	CONCLUSION	67

3.1 INTRODUCTION

Dans le chapitre précédent nous avons présenté un état de l'art détaillé sur la gestion des connaissances collaboratives permettant de déduire une modélisation du processus collaboratif inter-organisationnel. Dans ce chapitre nous procéderons à présenter une vue globale sur les travaux de recherche relatifs à ce dernier. Ces différents travaux ont été analysés puis synthétisés en mettant en évidence notre principale contribution.

3.2 TRAVAUX SUR LES PROCESSUS COLLABORATIFS INTER-ORGANISATIONNELS

Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés à la modélisation de la collaboration inter-organisationnelle et aux processus collaboratifs. Dans cette section, nous présenterons des travaux connexes au notre portant sur la modélisation de processus collaboratif.

3.2.1 Travaux de Touzi [8]

Dans [8], l'auteur propose de générer un système d'information collaboratif (SIC) par la transformation de modèles. Les partenaires peuvent collaborer via leurs systèmes d'information. Ce système met l'accent sur la combinaison des SI des différents partenaires dans un système unique. Dans ce travail, l'approche proposée est basée MDA (Model Driven Architecture) permettant de transformer le processus de collaboration BPMN (Business Process Mode-

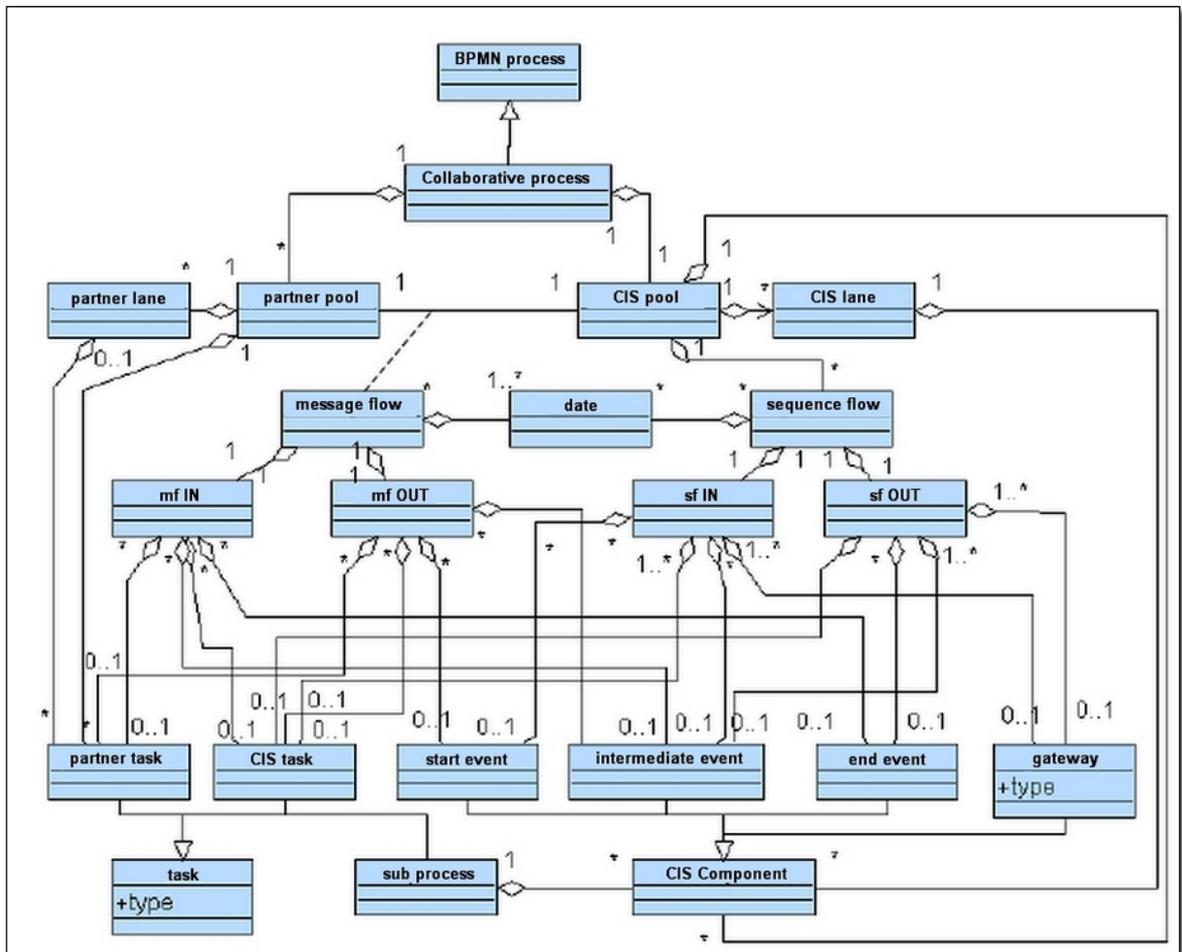


FIGURE 3.1 – Méta-modèle de processus collaboratif de Touzi [8]

ling Notation) en un système d'information collaboratif représenté en UML. Le méta-modèle de processus collaboratif conçu dans [8] est présenté dans la Figure 3.1. L'objectif principal de ce travail est de faciliter la collaboration en mettant en valeur l'utilisation combinée du SOA (Service Oriented Architecture) et du MDA, afin de proposer une approche bien définie, basée sur la médiation entre les systèmes d'information des partenaires. Ce méta-modèle respecte le standard BPMN et décrit les éléments suivants : la classe abstraite

« BPMN process » désigne un processus qui respectant le standard BPMN, le processus collaboratif (la classe « collaborative process ») respecte aussi la grammaire BPMN; la classe « partner pool » désigne la « pool » d'un partenaire; une classe « CIS pool » désigne la « pool » du Système d'Information Collaboratif (SIC); la classe « partner lane » désigne les « lane » appartenant à une « pool » de partenaire « partner pool »; la classe « CIS lane » désigne les « lane » appartenant à la « pool » de CIS « CIS pool »; la classe « message flow » permet de lier une « partner pool » avec une « CIS pool » et véhicule toujours au moins une donnée « data »; une classe « sequence flow » permet de lier des éléments BPMN appartenant à la « CIS pool » et peut véhiculer une donnée « data »; « partner task » désigne une tâche appartenant à « partner pool »; « CIS task » désigne une tâche appartenant à « CIS pool »; « start event », « intermediate event », « end event », « gateway » et « sub process » sont les éléments BPMN qui appartiennent uniquement à la « CIS pool »; « CIS component » est une classe abstraite désignant tout élément qui appartient à la « CIS pool ».

3.2.2 Travaux de Rajsiri [3]

Dans ce travail l'auteur propose un complément de la démarche présentée dans [8]. Une approche basée sur les ontologies est proposée pour la modélisation du processus collaboratif dans le cas d'une Entreprise Virtuelle. Un système de gestion de connaissances est proposé permettant l'automatisation de la modélisation du processus collaboratif.

Une base de connaissances est donc construite en se basant sur une onto-

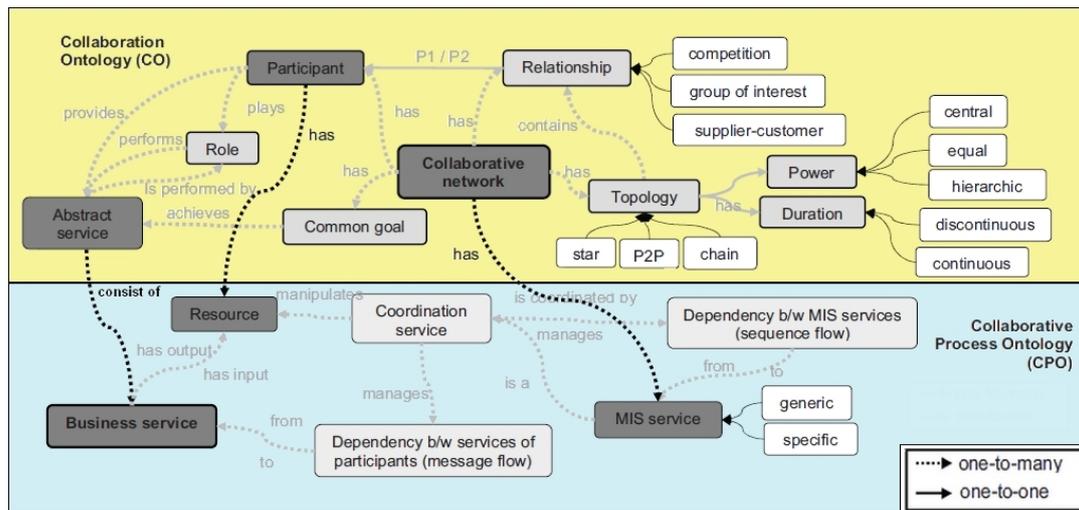


FIGURE 3.2 – CNO et la relation entre CO et CPO de Rajsiri [3]

logie du réseau de collaboration (Collaborative Network Ontology CNO) composée d'une ontologie de collaboration (Collaboration Ontology CO) et d'une ontologie de processus collaboratif (Collaborative Process Ontology CPO).

La première, décrit les concepts caractérisant une situation collaborative (partenaires, rôles, relations, topologies, etc.), la seconde, décrit le processus métiers (Figure 3.2).

3.2.3 Travaux de Bouchebout et al [9]

Les auteurs proposent un méta-modèle (Figure 3.3) générique du processus métier inter-organisationnel IOBP (Inter Organizational Business Process). Ce dernier représente la nature de l'interaction entre les organisations grâce à des processus métiers dans le cadre des exigences commerciales spécifiques. Et cela en mettant l'accent sur l'hétérogénéité, la confidentialité et l'autonomie des organisations participantes. Les auteurs ont développé un méta modèle

générique IOBP commun à trois langages de modélisation EPC (Event Driven Process Chain), BPMN et UML2. Ce méta modèle est structuré selon quatre aspects : fonctionnel, comportemental, organisationnel et informationnel.

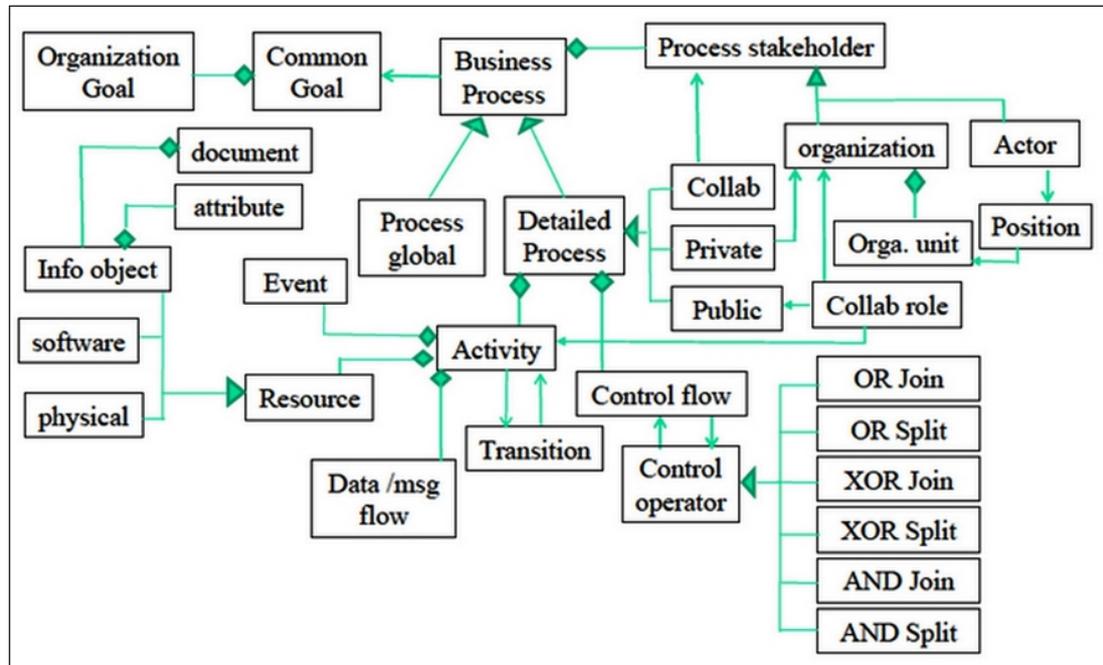


FIGURE 3.3 – L'aspect fonctionnel et comportemental du métamodèle de Bouchebout [9]

Dans ce dernier (Figure 3.3), nous distinguons les concepts suivants : « Organisation Goal » : l'objectif d'une organisation ; « Common Goal » : l'objectif commun de toutes les organisations ; « Business Process » : chaque processus collaboratif doit avoir un but commun à atteindre ; « Process Global » : décrit le déroulement des activités sans détail ; « Detailed process » : décrit le déroulement des activités et le fonctionnement du système en détail ; « Resource » : représente les ressources (physique, software, information, objet) utilisées par les partenaires dans le processus de collaboration ; « Activity » : une activité est composée des événements, des ressources et de data msg/flow.

3.2.4 Travaux de Truptil [10]

Ce travail s'articule autour de la collaboration entre les organisations via leurs systèmes d'information. Il propose une démarche de conception d'un Système d'information de médiation (SIM) qui se repose sur l'ingénierie dirigée par les modèles (IDM) pour la gestion de crises. Au niveau métier, les auteurs utilisent une base de connaissances, permettant à partir des caractéristiques concernant la situation de crise et du savoir-faire des partenaires, de définir le processus collaboratif représentant la succession des activités à exécuter dans le cadre de la réponse à la crise. Dans [10], l'auteur définit un méta-modèle UML de crise ce dernier est présenté dans la Figure 3.4. Ce méta-modèle est découpé en trois parties : la situation est composée du système d'étude et des caractéristiques de la crise, le système de traitement est enfin le processus collaboratif. La première partie du méta modèle, le système d'étude, est orientée vers la cause de la crise. Cette partie permet de récupérer les informations liées aux facteurs de risques ou aux vulnérabilités de l'environnement. De plus, une partie porte sur les caractéristiques de la crise et s'intéresse aux conséquences liées à la concrétisation des risques. La deuxième partie du méta modèle de crise (système de traitement) vise à regrouper les informations nécessaires à la détermination d'une réponse à une crise. Ainsi la troisième partie du méta modèle propose un processus collaboratif représentant la collaboration selon la composition d'un ensemble finalisé d'activités effectuées par des partenaires dans le but de résoudre la crise. Les différentes composantes du méta modèle dans [10] sont reliées entre elles par des relations structurelles et sémantiques. Le lien entre les différents points de vue de la crise est la base de

la définition des règles de transformation permettant la déduction du processus collaboratif en BPMN.

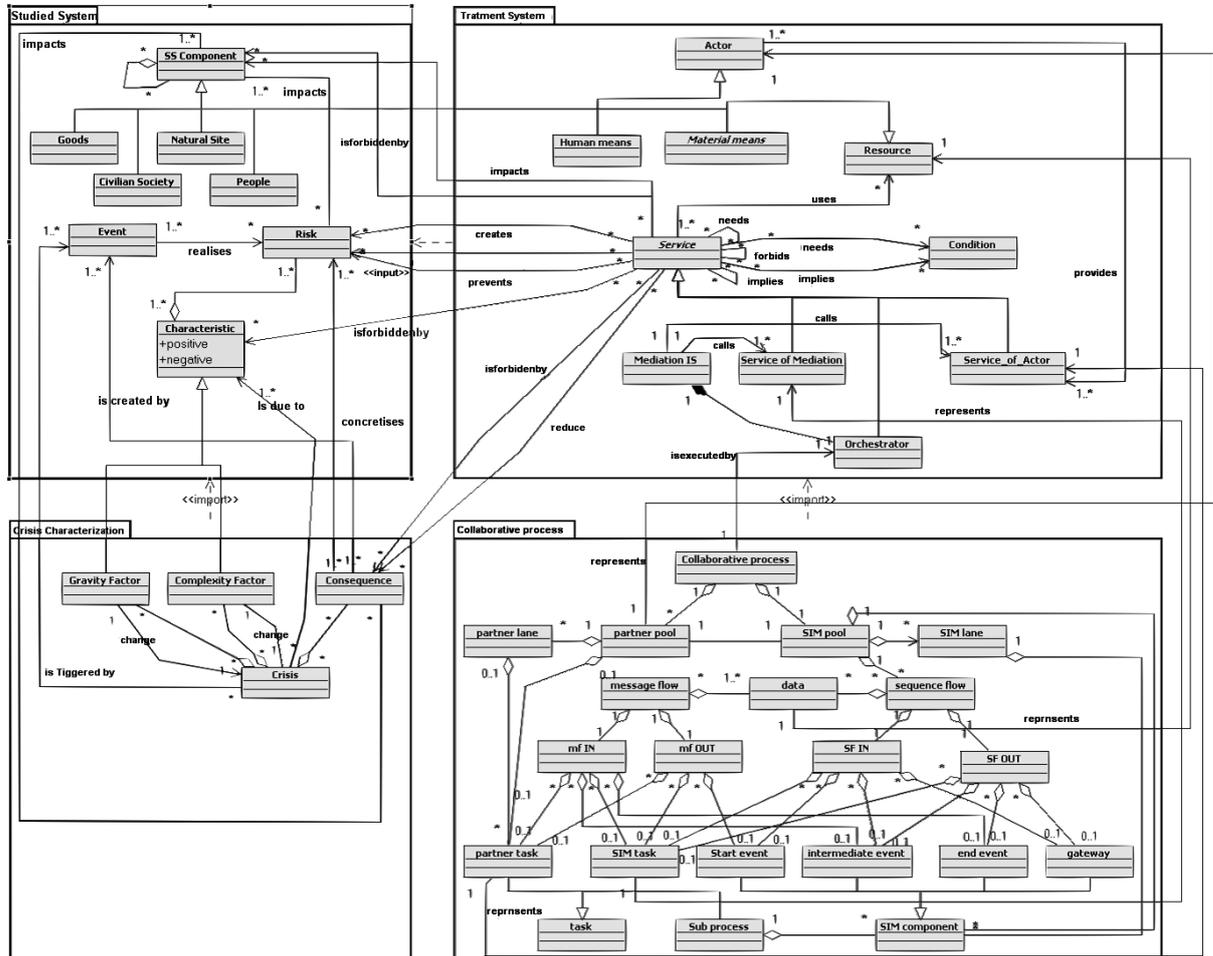


FIGURE 3.4 – Métamodèle de crise de Truptil [10]

3.2.5 Travaux de Benaben [11]

Dans ce travail l'auteur a proposé un modèle de collaboration structuré en couches (Figure 3.5). Ces couches sont organisées autour d'un noyau principal représentatif des concepts généraux de la collaboration. Le méta modèle s'arti-

cule donc autour d'un noyau central, regroupant les concepts généraux relatifs à la notion de collaboration d'organisations (environnement, partenaires, objectifs, etc). Les couches supérieures sont spécifiques à un domaine, il s'agit principalement de définir pour un champ d'application donné les concepts spécifiques qui héritent des concepts généraux décrits au niveau du noyau, après avoir conjointement abouti à la définition de ce noyau de méta modèle de collaboration.

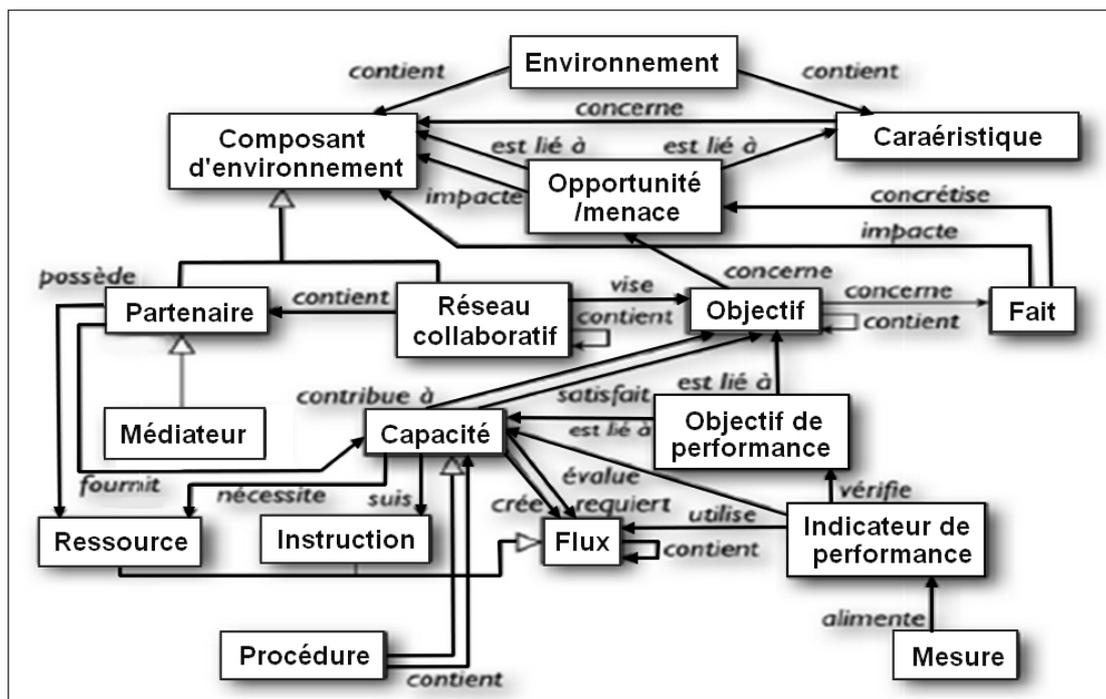


FIGURE 3.5 – Le noyau du méta-modèle d'une situation collaborative de Benaben [11]

3.2.6 Travaux de Saib et al [5]

Les auteurs traitent la collaboration entre les processus métiers des entreprises en définissant un système médiateur. L'approche est basée sur les prin-

cipes du MDA. Ils ont défini un système à base de connaissances KBS permettant de générer un modèle de processus collaboratif.

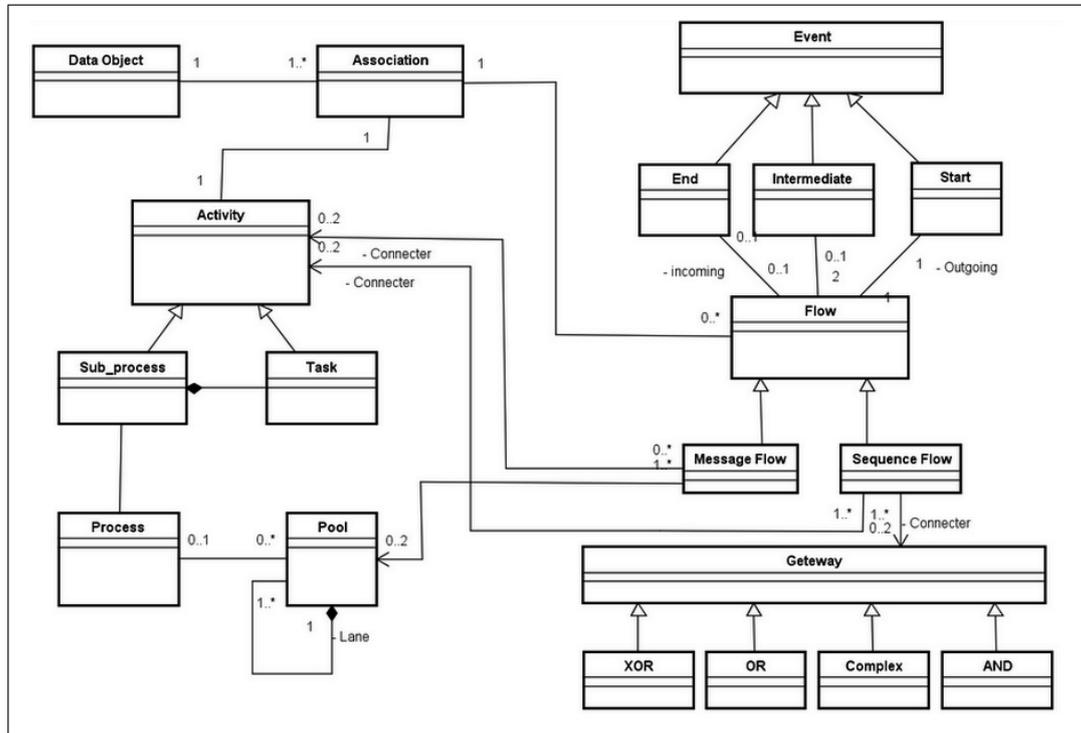


FIGURE 3.6 – Méta modèle de processus collaboratif en BPMN de Saib [5]

Le KBS est conçu selon deux ontologies, la première nommée Collaborative Network Ontologie. Elle représente les concepts liés à un réseau de collaboration entre les systèmes d'entreprise. La deuxième ontologie nommée Business Process Ontology interprète les caractéristiques du processus collaboratif.

Le modèle de processus collaboratif généré (Figure 3.6) est transformé par la suite à un processus collaboratif BPMN en appliquant des règles de transformation. Les auteurs ont enrichi l'ontologie proposée par [3] afin de proposer un système de collaboration entre les processus métiers des entreprises,

contrairement à [3], qui a défini une sorte d'entreprise virtuelle permettant la collaboration entre les entreprises.

3.2.7 Travaux de Mu et al [7]

Ces travaux tournent autour de la cartographie du processus collaboratif pour le décomposer en des processus collaboratifs stratégiques, opérationnels ou de support.

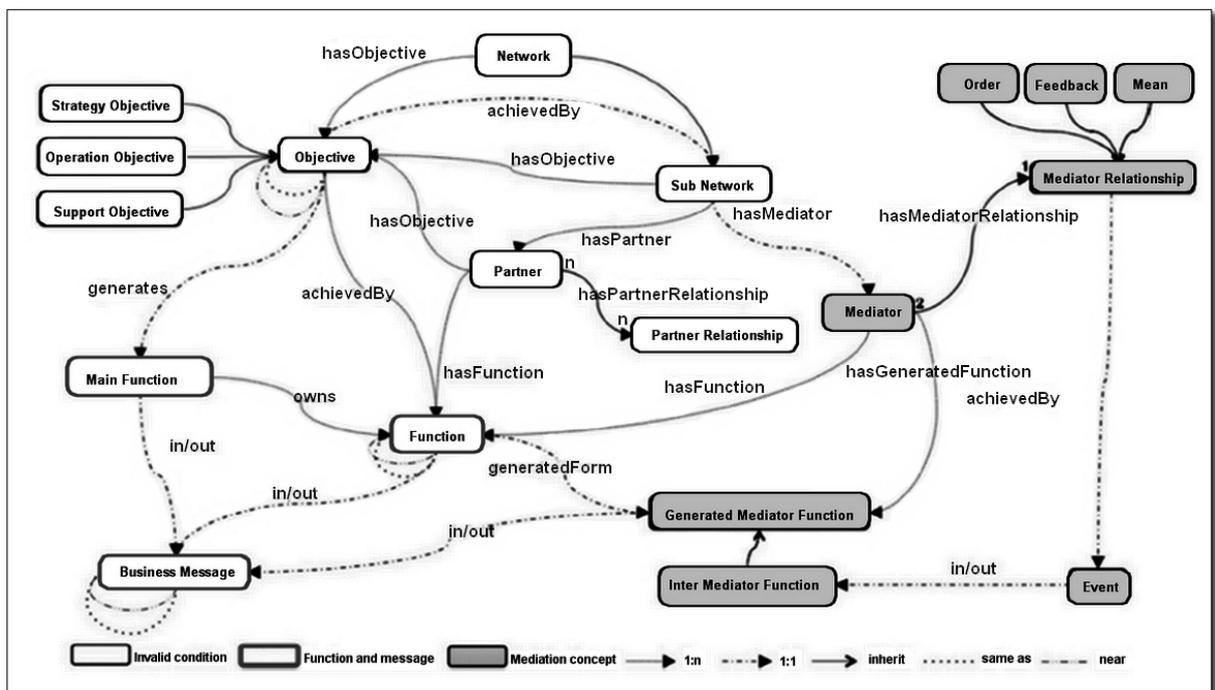


FIGURE 3.7 – Ontologie collaborative de MISE 1.0 [7]

L'objectif du travail est de construire de façon semi-automatique la cartographie du processus collaborative en utilisant l'approche MDA (Model Driven Architecture) et SOA (Service Oriented Architecture). La cartographie de processus collaboratif définit en premier lieu le processus collaboratif via ses fonctions principales dans les différents pools (stratégie, opérationnel et de

support). Au niveau CIM, les auteurs définissent une Ontologie Collaborative servant de base à la définition automatique de cartographie de processus collaboratif à partir d'un cas de collaboration (Figure 3.7).

3.3 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES TRAVAUX

3.3.1 Critères de comparaison

Après avoir étudié les modèles de processus collaboratifs présentés dans la section précédente, nous avons identifié un ensemble de critères pour comparer l'ensemble de ces derniers.

- **Contexte de collaboration** : nous avons distingué trois catégories de collaboration : 1) inter-entreprises, 2) inter-organisationnel, 3) entre les systèmes d'informations des entreprises.
- **Approche de conception** : permettant de classer les travaux suivant l'approche de conception utilisée nous distinguons trois approches : 1) basée sur la transformation des modèles MDA 2) basée sur l'ingénierie dirigée par les modèles IDM 3) orientée service SOA.
- **Formalisme de modélisation** : nous distinguons trois langages de formalisation : 1) UML 2) EPC (Event Process Chain), 3) BPMN.
- **Définition d'une Ontologie Collaborative.**
- **Définition d'un méta modèle de Processus Collaboratif en UML.**
- **Définition ou non des règles de transformation.**
- **L'approche de construction** : nous avons distingué deux catégories :

- 1) Construction à partir de zéro
- 2) Construction en utilisant les modèles existants

3.3.2 Synthèse des travaux

Le but principal des travaux présentés dans la section précédente est la modélisation du processus collaboratif inter-organisationnel.

Dans [8], l'auteur a étudié l'interopérabilité des systèmes d'information et leur médiation en se basant sur la transformation du processus métier collaboratif en un système d'information. L'auteur suppose que les organisations concernées par la collaboration peuvent fournir le modèle du processus collaboratif. Par contre la majorité des partenaires ne sont pas en mesure de fournir un modèle du processus collaboratif formalisé en BPMN.

Dans [3], l'auteur présente une automatisation de la spécification du processus collaboratif à partir d'un cas de collaboration dans le cadre d'une Entreprise Virtuelle.

Dans [9], les auteurs proposent une architecture pour construire des systèmes d'informations inter-organisationnels avec une possibilité d'interaction et interchangeabilité de processus entre organisations.

L'auteur dans [11], opte pour un modèle de collaboration en couches avec un noyau central.

Les auteurs dans [5], offrent un système permettant d'interconnecter des systèmes hétérogènes de diverses technologies pour créer un scénario de la collaboration (collaboration entre systèmes d'entreprise).

Enfin [7] présente une cartographie en proposant un découpage du processus global en sous processus.

Le Tableau 3.1 présente une étude comparative entre les travaux étudiés selon plusieurs critères identifiés lors de l'étude.

Travaux Critères		[8]	[3]	[9]	[10]	[11]	[5]	[7]
contexte de collaboration	inter-entreprises	X	X					X
	inter-organisationnel			X	X	X		
	systemes d'entreprises						X	
L'approche de conception	MDA	X	X	X				
	IDM				X			
	SOA					X	X	X
Formalisme de modélisation	UML			X		X		
	EPC			X				
	BPMN	X	X	X	X		X	X
Définition d'une Ontologie Collaborative			X		X		X	X
Définition d'un méta modèle de Processus Collaboratif en UML		X	X	X	X	X	X	X
Définition des règles de transformation		X	X	X	X		X	X
Construction à partir de zéro		X		X	X		X	
Construction en utilisant les modèles existant			X			X		X

TABLE 3.1 – Tableau comparatif des travaux sur la modélisation de processus collaboratif

Nous avons constaté que chacun de ces travaux définit un seul processus collaboratif et ne prend en compte que quelques concepts dans leur modélisation relativement à la problématique traitée dans chaque travail (Tableau 3.2).

Comme nous l'avons présenté dans les chapitres précédents le travail de cette thèse traite la problématique de la couverture maximale du domaine de

Travaux Concepts	[8]	[3]	[10]	[9]	[11]	[5]	[7]
Participant	x	x	x	x	x	x	x
Common Goal		x		x	x	x	x
Sub Goal							
Role		x				x	
Activity		x		x	x		
Topology		x					
Resource		x	x	x	x	x	
Process Coordinator			x			x	
Abstract process				x		x	
Sub process			x				x
Detailed process				x		x	
Task	x		x			x	
Event		x	x	x	x	x	x
Rules							
Condition			x				
Exception							
SubProcess Coordinator							x
Resource Dependancies		x					
SubProcess Dependencies							
Relationship		x				x	x
Gateway	x	x	x	x	x	x	
Sequence flow (transition)	x		x		x	x	

TABLE 3.2 – Tableau comparatif des concepts

la collaboration. Nous avons remarqué que chacun des travaux [8], [3],[5], [9] et [10] définissent un seul processus collaboratif qui représente la collaboration. Cependant, notre travail définit un modèle de processus collaboratif inter-organisationnel qui est la composition des sous processus collaboratifs. Nous proposons de décomposer le processus collaboratif en sous-processus collaboratifs selon les sous objectifs de collaboration afin de réduire sa complexité et faciliter la compréhension de ce dernier par les partenaires de la collaboration.

Concernant le contexte de collaboration, nous pouvons voir que les travaux [8], [3], et [7] traitent la collaboration interentreprises. Cependant, le travail de [5] se base sur la collaboration des systèmes d'entreprises. Le travail [10] et [9] se focalise sur la collaboration inter-organisationnelle. Notre travail s'articule autour la collaboration inter-organisationnelle, on traite la collaboration entre les organisations au sein des différents structures de la collaboration (Entreprise virtuelle, Entreprise étendue, Réseau d'entreprise,...etc).

Les concepts utilisés pour modéliser le processus collaboratif diffèrent selon l'objectif et le contexte de chaque travail comme le montre le Tableau 3.2. Nous avons constaté que certains concepts sont communs d'autre sont spécifiques au contexte de la collaboration. Dans notre cas nous proposons d'enrichissement avec des concepts regroupons un nombre maximal des notions concernant la modélisation des processus collaboratifs.

En analysant le Tableau 3.1, nous pouvons constater que certains travaux sont basés sur l'approche MDA. Nous optons pour cette approche car elle permet d'atteindre un niveau d'abstraction plus élevé conduisant à une conception et à une modélisation la plus générique possible qui capture autant de connaissances que possible sur la collaboration.

Concernant les règles de transformation, nous avons remarqué que les travaux précédents se reposent sur la transformation des modèles chacun selon le but principal de collaboration. [8] définit un ensemble des règles de transformation pour transformer le modèle de processus collaboratif BPMN en un système d'information. Tandis que [3] présente des règles ATL pour transformer le modèle de processus collaboratif extrait de base de connaissance en un modèle BPMN. [5] propose aussi des règles ATL pour transformer le modèle

de processus collaboratif BPMN en un ensemble de services. [10] transforme le modèle de processus collaboratif, qui correspond au niveau CIM de la démarche IDM en un ensemble des services au niveau logique. Ce modèle d'architecture logique est ensuite transformé en modèle d'architecture technique. Dans le cadre de notre travail, nous nous intéressons particulièrement à ATL car il répond à nos exigences en matière de simplicité de définition de règles. ATL est un langage à vocation déclarative, mais qui est en réalité hybride regroupant à la fois les paradigmes de programmations déclarative et impérative et permettant de faire des transformations de modèles.

3.4 CONCLUSION

Dans ce chapitre une étude état de l'art détaillée a été présentée concernant les processus collaboratifs inter-organisationnels. Plusieurs travaux dans ce domaine ont été présentés et synthétisés selon les critères identifiés. Nous avons constaté l'absence de travaux offrant une couverture totale du domaine de la collaboration inter-organisationnelle. Sur la base de cette étude nous avons conçu nos propres méta modèles de processus collaboratifs inter-organisationnels. Ce dernier va être présenté dans les détails dans le Chapitre 6 Les chapitres suivants prendront en charge la présentation de l'ensemble des contributions proposées dans le cadre de cette thèse.

Deuxième partie

Contributions

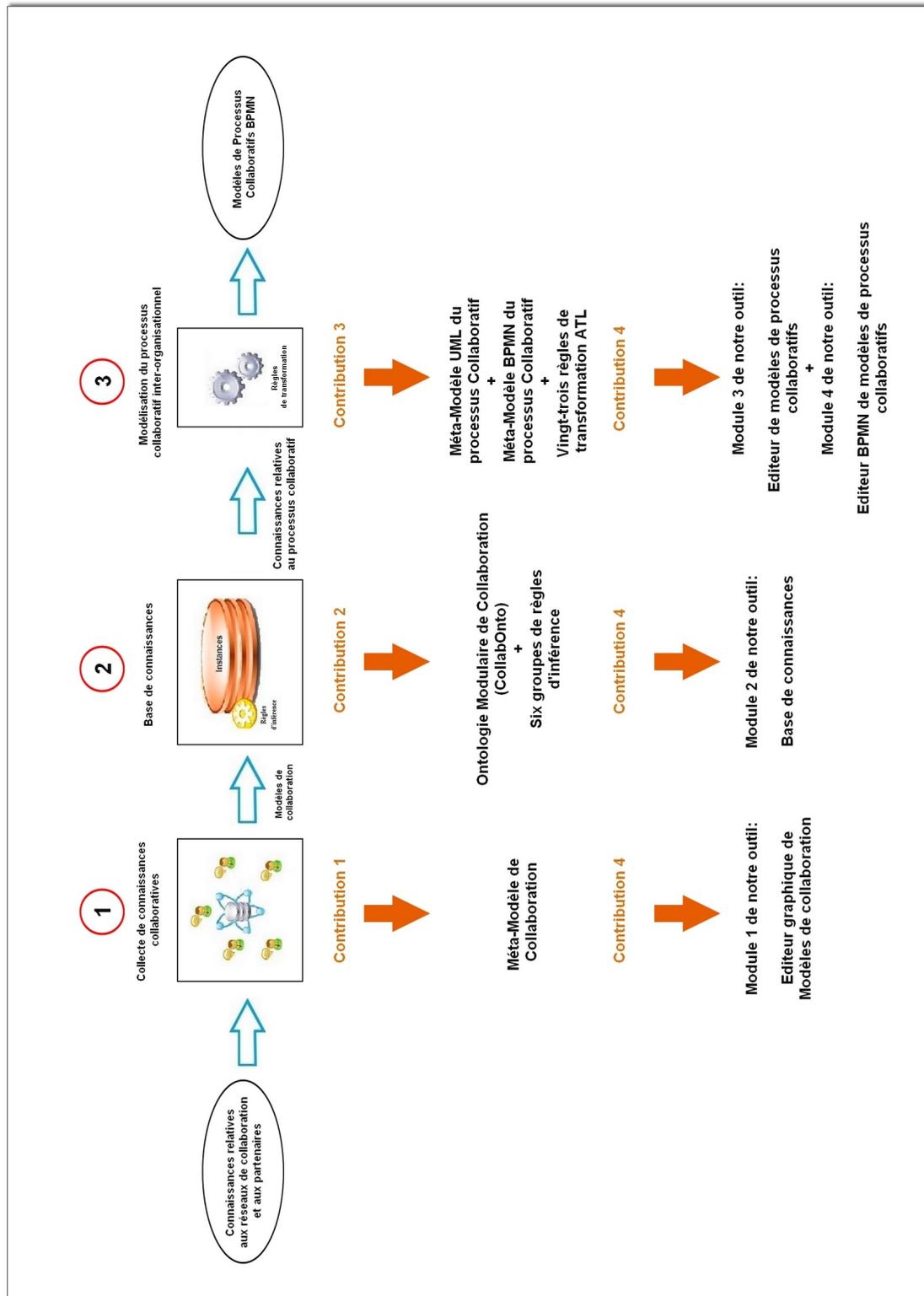


FIGURE – Liste des contributions de cette thèse

PROPOSITION D'UNE MÉTA-MODÉLISATION DE LA COLLABORATION

SOMMAIRE

4.1	INTRODUCTION	71
4.2	PRÉSENTATION DU MÉTA-MODÈLE DE COLLABORATION	71
4.2.1	L'organisation :	74
4.2.2	La collaboration :	75
4.2.3	Le processus collaboratif :	77
4.3	CARACTERISTIQUES DU MÉTA-MODÈLE :	79
4.4	CONCLUSION	81

4.1 INTRODUCTION

De nombreux aspects influencent sur les relations interactives entre les différents types d'organisations. La modélisation de ce type d'interactions inter-organisationnelles nécessite la prise en compte d'un maximum de concepts liés à la collaboration interorganisationnelle en général, afin de récolter un maximum de connaissances collaboratives à un maximum de types et de cas de collaboration. Le fruit de l'étude état de l'art conduite dans le Chapitre 1 est la conception de notre propre méta-modèle de collaboration inter-organisationnelle. Le but est de construire un méta-modèle de collaboration inter-organisationnelle couvrant la majorité des aspects et des concepts liés à la collaboration inter-organisationnelle, trouvés dans la littérature. Ce dernier est supposé être le plus générique possible contenant un maximum de concepts relatifs à la collaboration, à l'organisation et aux processus collaboratif.

Dans ce chapitre nous allons présenter dans les détails ce méta-modèle ainsi que la contribution que nous avons apporté.

4.2 PRÉSENTATION DU MÉTA-MODÈLE DE COLLABORATION

Le méta-modèle que nous proposons est orienté processus métier. Ce dernier est présenté dans la Figure 4.1. Il inclut tous les concepts récoltés et présentés dans la partie État de l'art. Il permet de modéliser principalement un maximum de connaissances couvrant le réseau de la collaboration (partenaires, type de réseau, relation entre partenaires, ...) ainsi que celles relatives aux processus collaboratifs permet-

tant aux partenaires de communiquer quelques parties de leurs processus métiers dans le cadre de leur collaboration.

Nous remarquons que le méta-modèle présenté dans la Figure 4.1, comporte deux parties :

1. La partie I : permettant de modéliser le réseau de collaboration.
2. La partie II : permettant aux partenaires de communiquer des portions de leurs processus métiers correspondantes à leur collaboration.

Chapitre 4. Proposition d'une Méta-modélisation de la collaboration

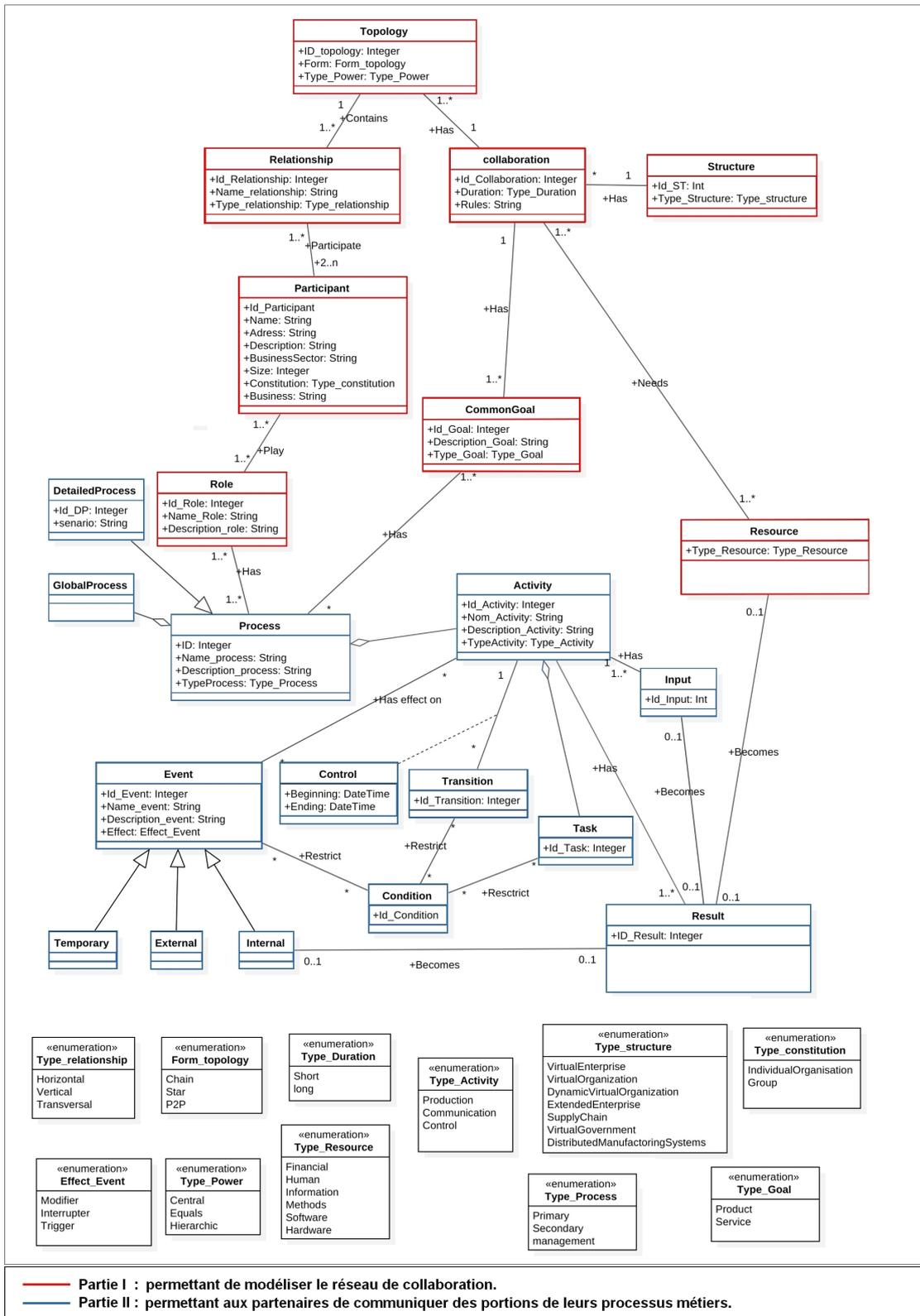


FIGURE 4.1 – Méta-modèle de collaboration

Les concepts de notre modélisation seront présentés dans cette section selon les trois aspects suivants : l'organisation et la collaboration (Partie I) ainsi que le processus collaboratif (Partie II) :

4.2.1 L'organisation :

La Figure 4.2 représente la description de l'organisation et a pour but de spécifier la nature des partenaires et des relations entre eux.

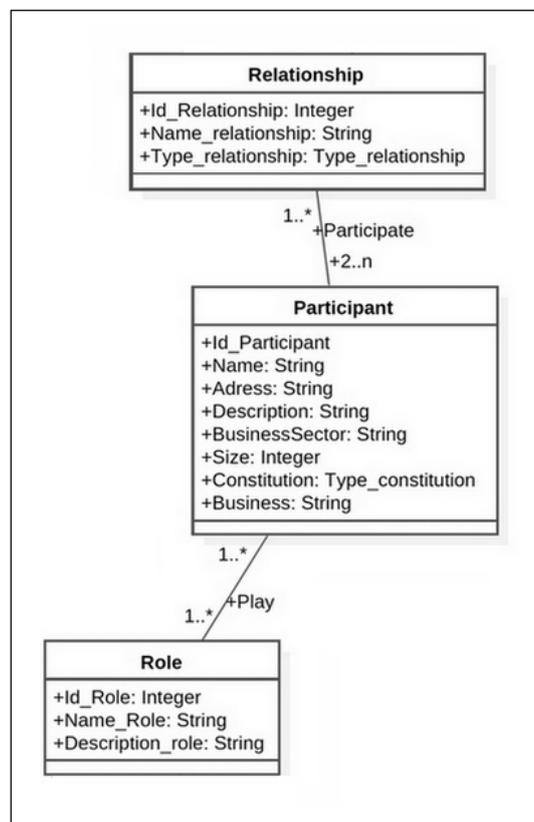


FIGURE 4.2 – Modélisation de l'organisation

L'organisation est décrite comme suit : La classe *Participant* décrit la nature des partenaires : entreprise, organisation publique, ... etc ; La classe *Relation-*

ship décrit le type de la relation entre chaque deux participants. Nous avons trois types de relations : horizontale (entre des organisations qui opèrent dans le même secteur business), verticale (entre l'organisation et ses partenaires afin d'acquérir un service par exemple) ou transversale (combiner les relations transversales et verticales); La classe *Role* décrit les tâches effectuées par chaque participant. Un participant peut fournir plusieurs processus métiers et peut jouer plusieurs rôles (exécuteur, négociateur, acheteur, vendeur, ...). Dans une collaboration, nous devons avoir au minimum deux participants.

4.2.2 La collaboration :

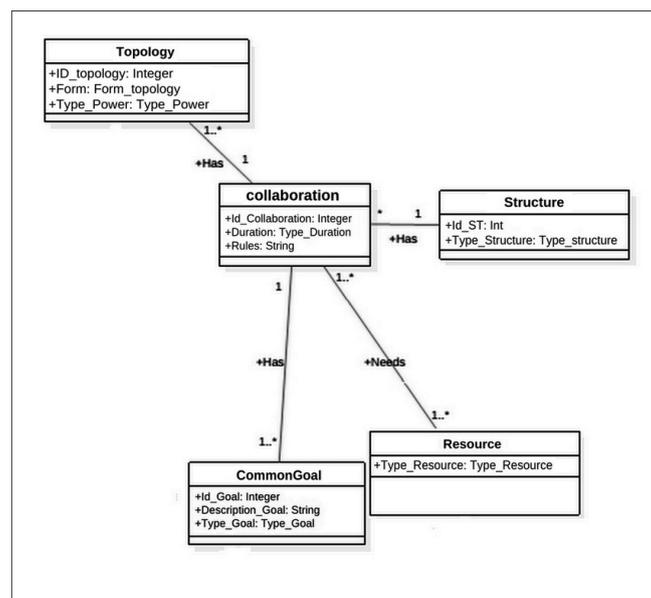


FIGURE 4.3 – Modélisation de la collaboration

Notre méta-modèle inclut un maximum de caractéristiques liées à la collaboration inter-organisationnelle. Ces caractéristiques sont issues principalement d'une liste de définitions de la collaboration que nous avons regroupées.

Dans la Figure 4.3 nous présenterons la modélisation de la collaboration comme suit : La classe *Collaboration* représente le réseau de collaboration. Cette classe est définie avec deux attributs : *durée* et *règle* ; La *durée* *duration* désigne l'aspect temporel de la collaboration. Les partenaires peuvent se mettre en réseau pour une *courte durée* (dans le cas où une opportunité de collaboration déclenche une collaboration, ex : le cas de l'entreprise virtuelle) ou une *longue durée* (dans le cas d'une chaîne approvisionnement par exemple) ; Les règles *Rules* désignent les mesures qui régissent les relations entre les partenaires ; La classe *structure* décrit la forme de la collaboration qui peut être : (Entre-prise Virtuelle : alliance temporaire entre des partenaires qui partagent leurs compétences et leurs ressources ; Organisation virtuelle : c'est une EV dont les partenaires sont des organisations publics ou à but non lucratif ; Organisation Virtuelle Dynamique : est aussi une EV mais l'alliance est dissociée dès que l'objectif à atteindre est accompli ; Entreprise Etendue : est une forme d'organisation qui englobe les fournisseurs, les clients et tous les partenaires commerciaux ; Plusieurs autres structures d'organisations citées dans [25], ont été prises en considération ; La classe *resource* désigne les différents moyens nécessaires pour réussir la collaboration. Elle peut être matérielle, logicielle, . . . etc ; La classe *objectif commun* : la raison pour laquelle la collaboration aura lieu, il peut être un *service* ou un *produit* ; La classe *topologie* décrit la forme du réseau de la collaboration, elle peut être en *chaîne* dépend essentiellement de ses supérieurs et inférieurs hiérarchiques, en *étoile* est constituée d'une grande entreprise pilote autour de laquelle gravitent une constellation de sous-traitants spécialisés ou en *peer-to-peer* où il y a plusieurs relations entre tous les nœuds sans hiérarchie, ou bien une *combinaison* de ces trois structures.

L'attribut type pouvoir *Type Power*(prise de décision), désigne que chaque topologie a un concept de prise de décision qui peut être *centrale, égale ou hiérarchique*. Une *topologie* peut avoir une ou plusieurs relations qui peuvent être fournisseur-client (*verticale*), concurrence (*horizontale*) ou groupes d'intérêts (*transversale*).

4.2.3 Le processus collaboratif :

La classe processus collaboratif présentée dans la Figure 4.4, décrit les caractéristiques du processus métier et ses concepts collaboratifs. Dans cette partie nous modélisons le processus métier de façon abstraite (sans partager les détails uniquement les entrées et les sorties sont fournies) ou détaillée (en fournissant toutes les activités relatives à ce service). Le processus métier modélisé est celui que les partenaires peuvent fournir chacun selon son rôle afin d'atteindre l'objectif commun de cette collaboration.

Il est essentiellement représenté en cinq classes :

La classe *Process* représente l'exécution d'un ensemble d'instructions pour atteindre un objectif commun. Un processus possède un type (*principal, secondaire, de gestion*). Un processus peut être *global* (abstrait) ou *détaillé* et *simulé* par un scénario (un texte décrivant l'exécution); La classe *Activity* : désigne l'unité de décomposition fonctionnelle d'un processus. Elle exprime la transformation d'une entrée en une sortie. Elle décrit comment l'objectif d'un processus détaillé peut être atteint. Elle peut être composée en plusieurs tâches *Task*. Une

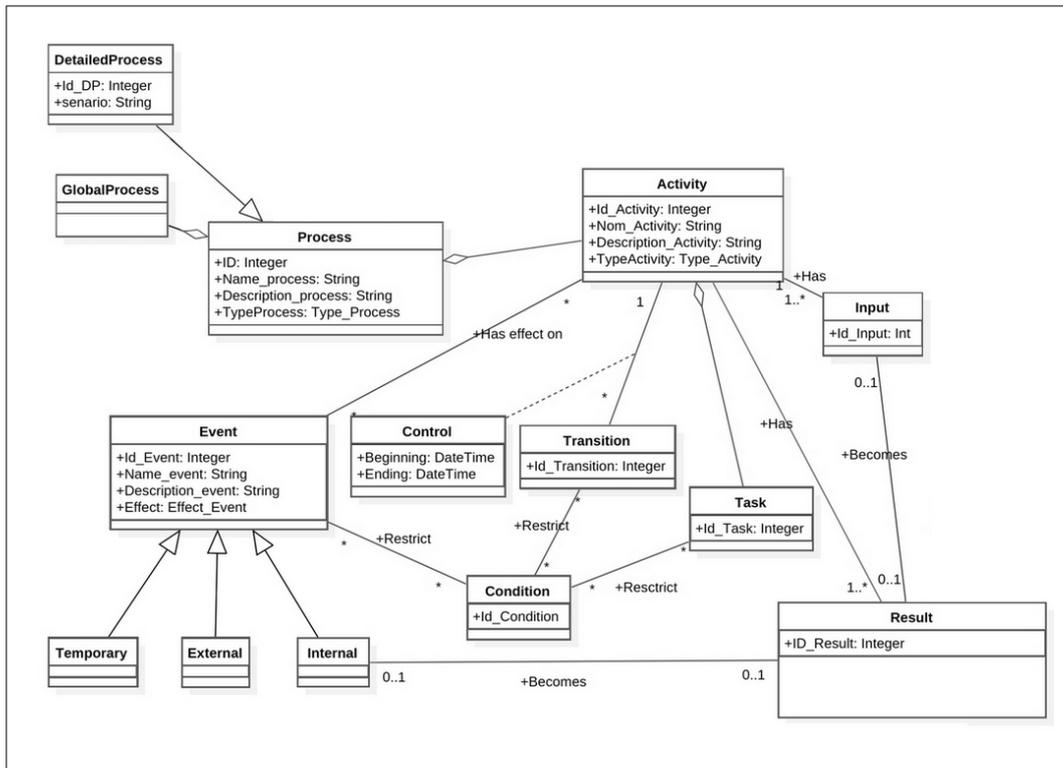


FIGURE 4.4 – Modélisation du processus collaboratif

activité peut avoir des entrées *Input* et des résultats *Result*; La classe *Transition* : l'ensemble des transitions d'un processus représente l'ordonnancement de ses activités. Elle peut être utilisée simultanément avec ou à la place des concepts d'évènement; La classe *Condition* : exprime une restriction de l'exécution d'une tâche ou le déclenchement d'une transition. Elle peut être aussi associée à un évènement. Les conditions ont été définies via des contraintes OCL; La classe *Event* : l'évènement est un stimulus qui provoque une réaction dans une activité. L'évènement peut être divisé en trois catégories : les évènements *internes*, *externes*, ou *temporaires*. Cependant, dans certains cas, le type d'évènement peut être pris en compte lors de l'exécution de l'activité ce qui

conduit à une seconde spécialisation de l'événement selon son but : *modificateur, déclencheur ou interrupteur*. Le résultat issu de l'exécution d'une activité ou bien d'un changement d'état du système peut devenir à son tour une entrée pour une activité, une ressource ou bien un événement interne.

4.3 CARACTERISTIQUES DU MÉTA-MODÈLE :

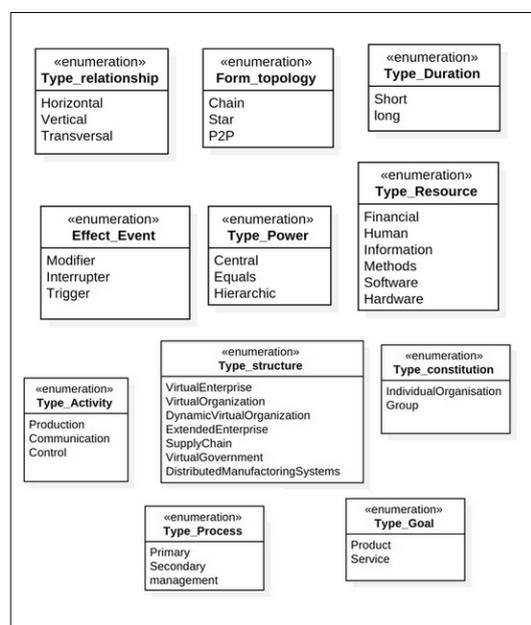


FIGURE 4.5 – Extensibilité de la modélisation

Le méta-modèle est extensible; les attributs « types » de plusieurs classes sont modélisés en énumération (tel que présenté dans la Figure 4.5). Nous pouvons donc les enrichir sans influencer le méta-modèle d'origine.

Les types concernés sont :

- Forme de Topologie
- Effet de Evènement

- Type de Pouvoir
- Type de Durée
- Type de Activité
- Type de But
- Type de Ressource
- Type de Constitution
- Type de Processus
- Type de Structure
- Type de Organisation

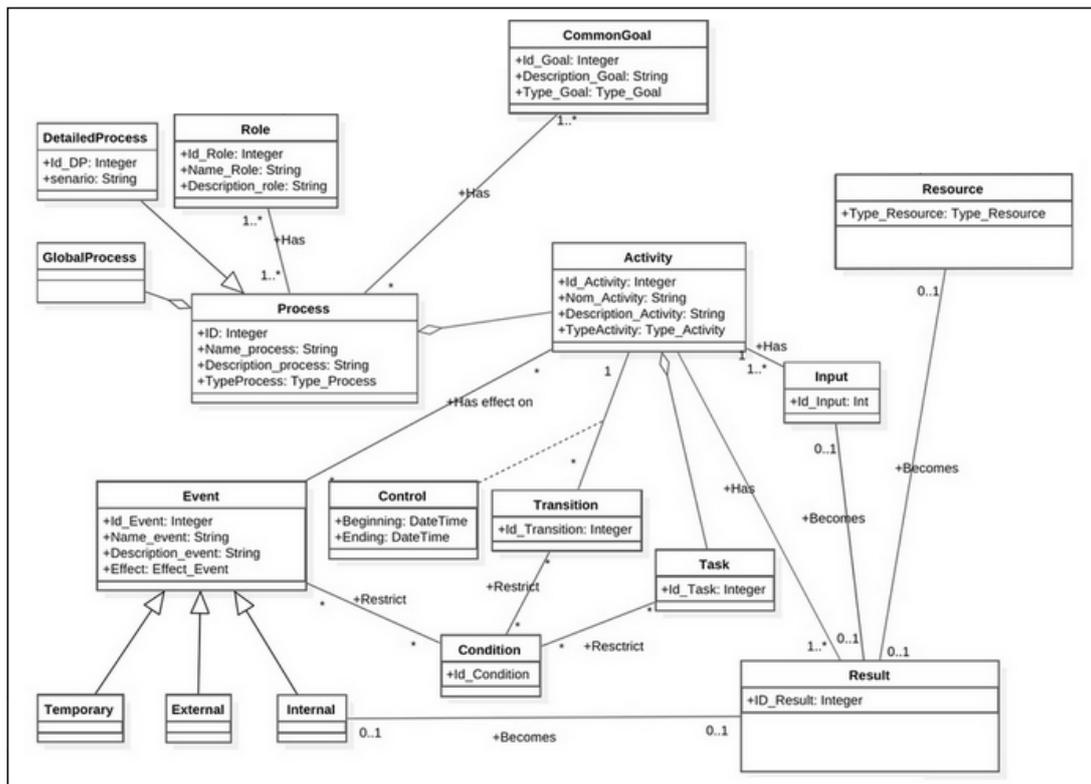


FIGURE 4.6 – Intégration des concepts du Processus collaboratif

La Figure 4.6 présente la partie de la modélisation permettant aux organisations de partager des parties de leurs processus métiers de façon abstraite ou détaillée en intégrant les aspects relatifs au processus collaboratif dans notre modélisation. (tel que présenté dans).

4.4 CONCLUSION

Le méta-modèle de collaboration présenté dans ce chapitre inclut le maximum de concepts relatifs à la collaboration, à l'organisation et au processus collaboratif. Plusieurs concepts non pris en compte dans les modélisation trouvées dans la littérature ont été introduits (à savoir : les événements, les concepts relatifs au processus collaboratif, quelques types de ressources, ...etc).

Le méta-modèle proposé permet de supporter plusieurs cas et types de collaboration. Il permet aussi aux partenaires de partager de façon détaillée ou abstraite des parties de leur processus métier afin d'être utilisées par la suite dans la modélisation du processus collaboratif.

Sur la base de notre méta-modèle, présenté dans le Chapitre 7, un Editeur de Modèles de Collaboration (EMC) est implémenté. Ce dernier, est un outil d'aide à la collecte et à la formalisation des connaissances collaboratives recueillies afin de modéliser la collaboration à avoir lieu.

Les modèles de collaboration conçus seront stockés dans une base de connaissances, dans le prochain chapitre (Chapitre 5) une présentation détaillée de cette base sera élaborée.

PROPOSITION D'UNE ONTOLOGIE MODULAIRE DE COLLABORATION

SOMMAIRE

5.1	INTRODUCTION :	83
5.2	CONSTRUCTION DE L'ONTOLOGIE NOYAU	83
5.2.1	Présentation de l'ontologie noyau	84
5.2.2	Construction de notre ontologie modulaire de collaboration CollabOnto	85
5.3	DESCRIPTION DES MODULES DE COLLABONTO	87
5.3.1	Module Processus Collaboratif	87
5.3.2	Module Evaluation des Performances de Collaboration	91
5.3.3	Module Réseau de Collaboration	93
5.3.4	Module Organisation	95
5.3.5	Module Ressource	96
5.4	RAISONNEMENT	97
5.5	CONCLUSION	102

5.1 INTRODUCTION :

Le but de ce chapitre est de concevoir une base de connaissances dans laquelle vont être stockées les instances de modèles de collaboration issues de la première phase. Un ensemble de règles d'inférences ont été conçues et implémentées afin d'inférer les connaissances collaboratives permettant de déduire le modèle du processus collaboratif. Nous nous sommes basés sur l'étude état de l'art présentée dans le Chapitre 2 afin de concevoir notre ontologie de collaboration CollabOnto. Cette dernière est le cœur de notre base de connaissances (BC). Dans la suite de ce chapitre nous allons présenter dans les détails la démarche suivie pour la conception de notre ontologie ainsi que la présentation détaillée de cette dernière.

5.2 CONSTRUCTION DE L'ONTOLOGIE NOYAU

Dans notre système, les connaissances collaboratives concernant le réseau de collaboration, seront stockées sous forme d'instances dans notre BC. D'où la nécessité d'inclure tous les concepts (connaissances) existant dans le méta-modèle (instances de modèle) de collaboration (issus de la phase 1) dans notre ontologie. Nous avons donc commencé la conception de notre ontologie modulaire de collaboration, par une transformation du méta modèle conçu à l'étape 1 présentée dans la Figure 4.1 du Chapitre4, en une ontologie noyau, que nous allons enrichir par la suite.

Plusieurs travaux dans la littérature traitent le passage UML /OWL. Dans

notre cas nous nous sommes basés sur le travail de [49] qui traite le mapping entre les concepts de deux représentations.

5.2.1 Présentation de l'ontologie noyau

L'ontologie résultante permet la représentation des connaissances sur le réseau de collaboration (connaissances en entrée). Notre ontologie modulaire de collaboration doit impérativement inclure tous les concepts de cette ontologie noyau. La Figure 5.1 représente les concepts de l'ontologie noyau ainsi que les relations entre eux. Une collaboration est caractérisée par une structure, une durée et une topologie (représentant les relations entre les différents partenaires). Pour chaque collaboration un objectif commun à atteindre est fixé. La collaboration est effectuée dans le but d'atteindre un objectif commun en exécutant des processus (composition d'activités et de processus abstraits).

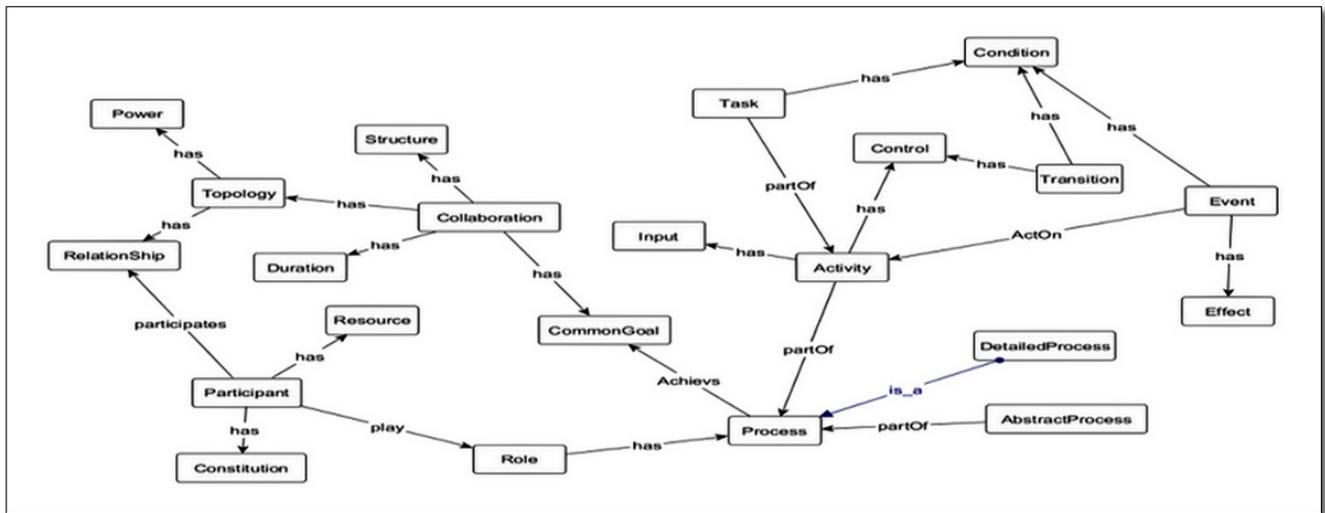


FIGURE 5.1 – Notre ontologie noyau

5.2.2 Construction de notre ontologie modulaire de collaboration CollabOnto

Le but dans cette phase est de transformer les connaissances sur le réseau de collaboration, modélisées dans la phase précédente, en un modèle de processus collaboratif.

Vu que dans notre ontologie nous voulons englober un maximum de concepts liés à différents types de collaboration et de situations collaboratives, le modèle de collaboration sera grand et sa gestion sera complexe. Pour réduire cette complexité les participants sont organisés dans des sous réseaux de collaboration, où chaque réseau se charge de la bonne exécution de son sous processus collaboratif. Le processus collaboratif déduit sera simple à exécuter et à gérer puisqu'il sera décomposé en plusieurs sous processus.

La conception de l'ontologie d'une façon modulaire est due aux avantages qu'offre cette dernière en termes de réutilisation des modules conçus et de facilité de maintenance, d'extension et de modification. Les changements et les modifications seront apportés sur les modules concernés, les autres modules ne seront pas affectés par les changements.

Notre ontologie a été conçue en prenant en compte les aspects relatifs à l'organisation, à la collaboration et au processus collaboratif (présentés dans le Chapitre 1). Des ontologies existantes ont été utilisées (étudiées dans le Chapitre 2 de l'état de l'art). En premier lieu, l'ontologie noyau issue de la transformation de notre méta-modèle de collaboration en une ontologie noyau. L'ontologie présentée dans [3] permettant la déduction d'un processus collaboratif complexe. Celle présentée dans [6] est une ontologie cire couvrant le

domaine de collaboration. L'ontologie présentée dans [7] permettant la modélisation d'une cartographie de processus collaboratif ainsi que l'ontologie de [5]. L'ontologie est peuplée par des instances du MIT process handbook ¹, entrepôt de plus de 5000 instances modélisant des processus métier, ce qui représente un enrichissement pour notre base de connaissance ainsi qu'avec les instances de cas réels de la collaboration récoltées à partir du premier module de notre système (instances du meta-modele de collaboration issus de la première phase).

Notre CollabOnto présentée dans la Figure 5.2, est une ontologie de domaine pour la collaboration inter-organisationnelle. Cette dernière est modulaire et composée de cinq modules (ontologies) : ressources, organisation, réseau collaboratif, processus collaboratif et ontologie d'évaluation.

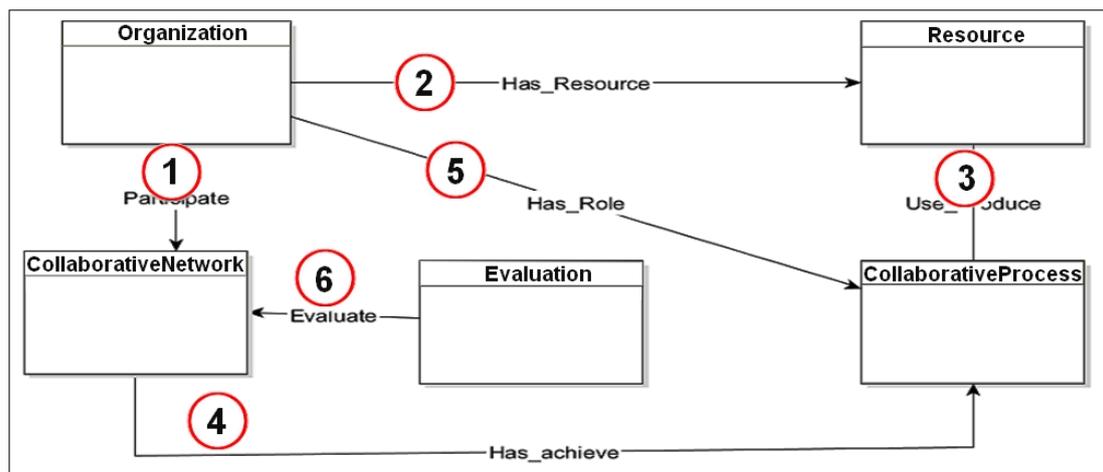


FIGURE 5.2 – Les différents modules de notre ontologie

Dans CollabOnto les partenaires sont organisés dans des réseaux de collaboration, dans lequel chacun doit fournir un ensemble de ressources. Ces ressources seront utilisées lors de l'exécution du processus collaboratif. Chaque

1. <http://ccs.mit.edu/ph/>

partenaire va participer selon son rôle à l'achèvement de l'objectif commun de cette collaboration.

La section suivante décrira de façon détaillée l'ensemble des modules de notre ontologie.

5.3 DESCRIPTION DES MODULES DE COLLABONTO

5.3.1 Module Processus Collaboratif

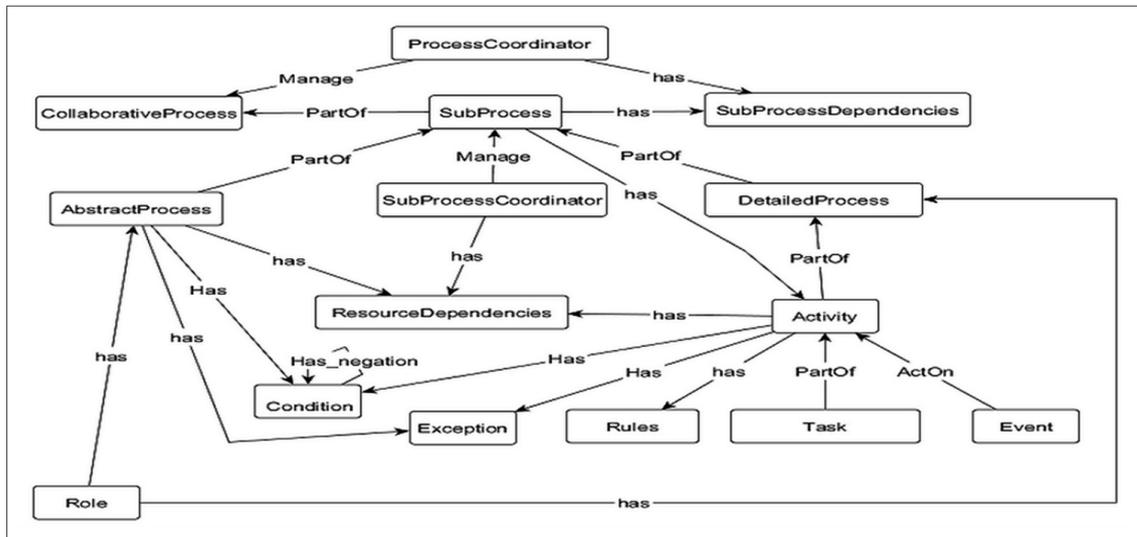


FIGURE 5.3 – Module ontologie du processus collaboratif

Ce module a été conçu en appliquant le scénario 3 puis 6 de la méthodologie Neon (présentée dans la Section 2.2 du Chapitre 2) afin de modéliser le processus collaboratif. En premier lieu les ontologies à réutiliser ont été sélectionnées à savoir l'ontologie noyau,[3], [6],[5] et celle de [7]. Par la suite les parties décrivant le processus collaboratif ont été alignées et fusionnées. Les parties représentant le processus collaboratif ont été extraites de chaque

ontologie. Un mapping manuel entre les différentes parties a été fait afin de construire l'ontologie globale.

Par la suite un processus de ré-engineering a été appliqué afin de modifier, restructurer et enrichir l'ontologie résultante de l'alignement et les résultats de l'étude bibliographique.

Le processus collaboratif est vu comme étant un ensemble de sous processus (partie du processus collaboratif global) gérés par le coordinateur (ProcessCoordinator) qui permet de gérer et résoudre les dépendances de ressources entre les différents sous processus. Pour chaque sous processus le (subProcessCoordinator) gère la gestion des dépendances au sein du même sous-processus.

Le processus collaboratif est complexe, sa modélisation de façon globale va influencer sur sa visibilité et compliquera son exécution par la suite. Le décomposer en sous processus améliorera sa visibilité et simplifiera d'avantage son exécution.

Dans un processus collaboratif nous remarquons deux types de dépendances : dépendances produites entre les différents sous processus, dépendances produites au sein du même sous processus. Les dépendances sont alors gérées de façon hiérarchique : par subProcessCoordinator si elles sont produites dans le même sous processus et par le ProcessCoordinator dans le cas où elles seront produites entre les différents sous processus.

Chaque sous processus peut être exécuté par un ensemble de participants, chacun de ces derniers a un rôle bien défini et peut fournir (s'il décide de le faire) des processus détaillés et/ou abstraits.

Le processus abstrait est vu comme étant une boîte noire avec des en-

trées/sorties. Tandis que processus détaillé est vu comme étant un ensemble d'activités.

Une activité est un ensemble de tâches, qui consomme et fournit des ressources. Elle peut être influencée par des évènements, gérée par des règles ou interrompue par une exception, comme elle peut être restreinte par une condition.

Le Tableau 5.1 décrit les concepts de cette ontologie dans les détails :

Concept	Explication
CollaborativeProcess	Le processus exécuté dans un réseau collaboratif. C'est l'ensemble de sous processus gérés par un coordinateur permettant de résoudre les dépendances de ressource entre les sous-processus. Son objectif est celui du réseau collaboratif. Il s'exécute dans un réseau collaboratif.
SubProcess	Une composante du processus collaboratif. C'est un ensemble de processus abstraits et détaillés. Il est exécuté par des acteurs pour satisfaire un objectif et géré par un coordinateur qui résout les dépendances de ressources entre les activités et les processus abstraits de ce même sous processus.
Role	La mission confiée à un participant dans un sous processus.
AbstractProcess	Une séquence d'activités non détaillée « boîte noire ». C'est une composante du sous processus, qui consomme et produit des ressources. Il peut être altéré par une exception comme il peut être restreint par une condition.
DetailedProcess	Une séquence d'activités détaillées « l'ensemble d'activités et tâches est défini ». c'est une composante du sous processus décrite par un scénario.
ProcessCoordinator	Un mécanisme qui permet de gérer le processus collaboratif. Il gère les dépendances de ressources entre les sous processus (la dépendance est entre des activités dans deux sous processus différents).
SubProcessCoordinator	Un mécanisme qui gère les dépendances dans le sous processus (les dépendances de ressources entre les activités et les processus abstraits). Il intervient lorsque la dépendance est dans le sous processus qu'il gère.
Activity	Un ensemble de tâches qui consomme et fournit des ressources. Elle peut être influencée par des événements, gérée par des règles ou interrompue par une exception, comme elle peut être restreinte par une condition.
Event	Un stimulé qui influence une activité, il peut être interne, externe, ou temporaire comme il peut être à effet déclencheur interrupteur ou modificateur.
Rule	Les règles à respecter lors de l'exécution d'une activité comme les règles de sécurité... ect
Exception	Un cas où l'activité ne peut pas continuer son exécution suite à une rupture de ressource.
ResourceDependencies	Les dépendances de ressources entre les activités et les processus abstraits. Elles sont créées lorsque deux activités ou deux processus abstraits du même sous processus demandent la même ressource. Dans ce cas la ressource ne peut satisfaire qu'une seule activité ou processus abstrait, alors les doivent être gérées par le SubProcessCoordinator.
SubProcessDependencies	Les dépendances de ressources entre les sous processus. Elles sont gérées par le ProcessCoordinator. Elles sont créées lorsque la dépendance est entre une activité ou un processus abstrait appartenant à des sous processus différents.

TABLE 5.1 – Description des concepts du module Processus Collaboratif.

5.3.2 Module Evaluation des Performances de Collaboration

Cette ontologie regroupe les concepts permettant d'évaluer le réseau de collaboration, en définissant un indicateur clé de performance (KPI) pour chacune des cinq métriques de la collaboration à savoir : gouvernance, administration, autonomie, mutualité et confiance. Dans le but de se positionner par rapport à un objectif de performance ou de qualité à travers l'usage de formulaires permettant la récolte des informations nécessaires pour l'évaluation (équation 5.1).

$$KPI = x = \frac{\sum Notations}{\sum Echelles} \quad (5.1)$$

Afin d'évaluer le processus collaboratif nous avons défini un PKI (équation 5.2) représentant le ratio entre le taux des activités interrompues par des exceptions sur le nombre total des activités.

$$KPI = x = \frac{\sum ActivitesEnException}{\sum Activites} \quad (5.2)$$

Cette ontologie est construite en appliquant le scénario 1 de la méthodologie Neon. Une étude bibliographique a été menée afin de récolter les concepts relatifs à l'évaluation de la collaboration. Le modèle UML présenté dans la Figure 5.4 a été élaboré puis transformé (via un mapping) en une ontologie d'évaluation présentée dans la Figure 5.5.

Le KPI est le ratio entre la somme des notations représentée par la (mesure1) et le total des notes maximales représentées par la (mesure2). Dans le cas où le KPI est égale à l'objectif de performance alors la collaboration est per-

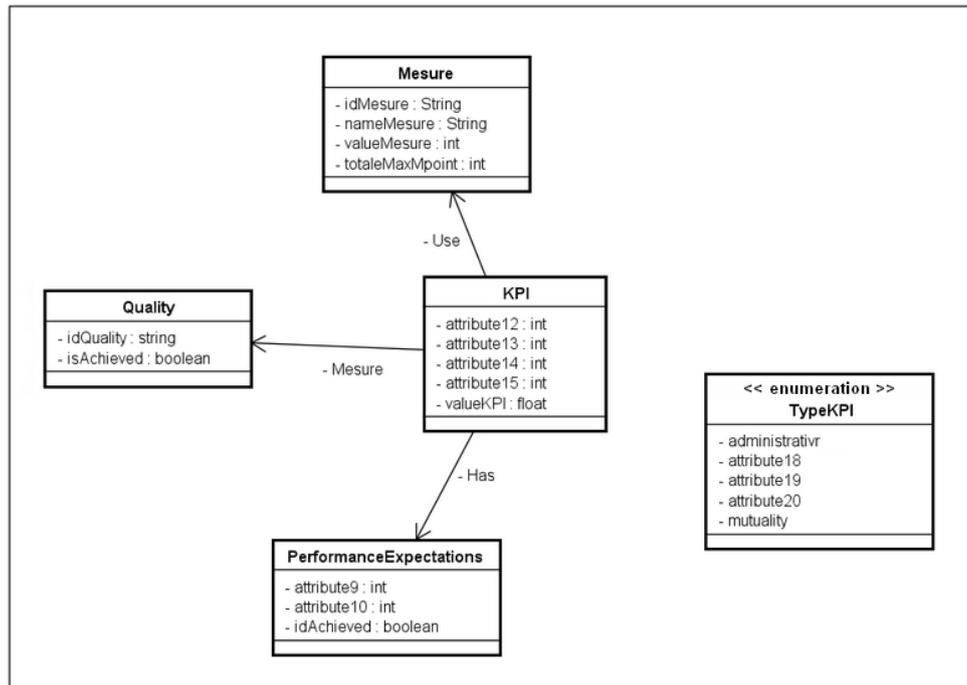


FIGURE 5.4 – Module d'évaluation de la collaboration

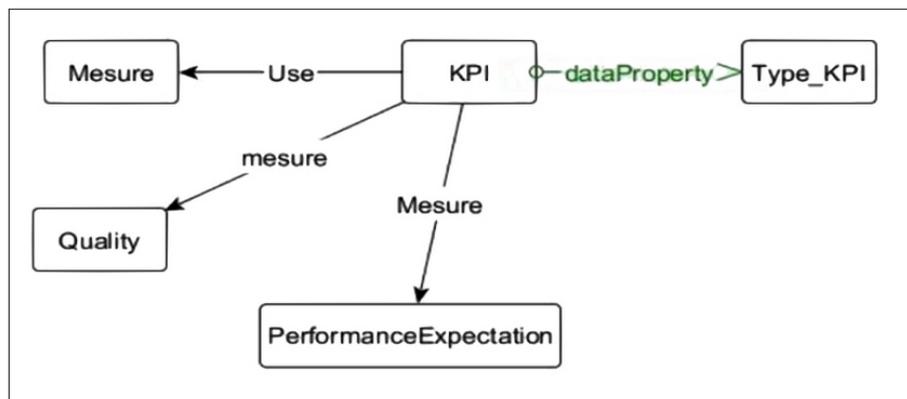


FIGURE 5.5 – Module ontologie Evaluation du Réseau Collaboratif.

formante. Elle sera considérée de qualité dans le cas où le KPI atteint l'objectif de qualité et non performante si non.

Le Tableau 5.2 résume les concepts de cette ontologie :

Concept	Explication
KPI (key performance indicator)	<p>Un ensemble d'indicateurs permettant de mesurer la qualité du réseau collaboratif en vérifiant si un objectif de performance est atteint.</p> <p>Nous avons défini cinq types de KPI en se basant sur [50].</p> <p>KPI d'administratif : Permet de mesurer la clarté des rôles, des responsabilités et des objectifs.</p> <p>KPI de norme : Permet de mesurer la confiance entre les parties de la collaboration</p> <p>KPI de gouvernance : La dimension de la gouvernance se manifeste en termes de mécanismes de négociation plus informels, de brainstorming et l'appréciation des opinions de chacun.</p> <p>KPI d'autonomie : Indicateur permet de mesurer l'autonomie des organisations définie par le maintien de leurs propres identités séparément de l'identité de collaboration.</p> <p>KPI de mutualité : Indicateurs permettant de capturer l'étendue des intérêts communs entre les partenaires</p>
PerformanceExpectation	Un pourcentage désignant l'efficacité du réseau collaboratif,
Mesure	Les valeurs récupérées des formulaires après l'exécution du processus collaboratif. (valeurs utilisées dans le calcul du KPI)
Quality	Un état d'excellence qui dépasse l'objectif de performance.

TABLE 5.2 – Concepts du module Evaluation de Performance de la Collaboration

5.3.3 Module Réseau de Collaboration

Cette ontologie permet de décrire le réseau collaboratif, et ses caractéristiques (objectif, topologie...). Elle a été conçue en appliquant le scénario 3 puis 6 de la méthodologie Neon. En premier lieu un état de l'art sur la collaboration inter-organisationnelle a été conduit (voir le Chapitre 2 de l'état de l'art) plusieurs ontologies ont été comparées, les ontologies suivantes ont été sélectionnées pour l'élaboration de ce module :[3],[7],[5],[6] en plus de l'ontologie

noyau déjà conçue. Ces ontologies ont été alignées et un processus de reengineering a été appliqué afin de restructurer l'ontologie résultante et l'enrichir avec les résultats de l'étude état de l'art.

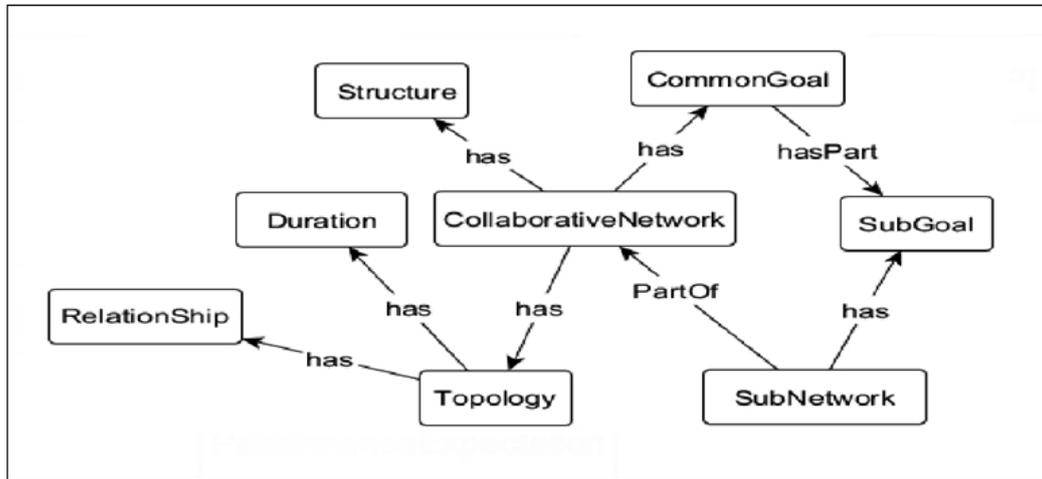


FIGURE 5.6 – Module ontologie du Réseau de Collaboration.

Dans notre approche le réseau collaboratif global est décomposé en sous réseaux afin de simplifier sa représentation. Chaque sous réseau accomplit un sous objectif. L'objectif global est décomposé en plusieurs sous objectifs indépendants pouvant être accomplis séparément d'où l'idée de décomposer le réseau globale en sous réseau (un sous objectif à atteindre par sous réseau). L'affectation des organisations en sous réseau est faite à l'aide de règles de déduction (voir la Section 5.4 sur les règles d'inferences). Le réseau collaboratif est décrit par sa structure, il est divisé en un ensemble de sous réseaux, où chacun est chargé d'accomplir une partie de l'objectif (sous objectif). Il est aussi sous forme d'une combinaison de topologies représentant l'ensemble de relations entre les partenaires. Le tableau 5.3 représente les différents concepts de ce module :

Concepts	Description
CollaboratifNetwork	L'ensemble des participants dans une collaboration organisée dans une structure afin d'atteindre un objectif commun. Le réseau possède une topologie et peut se décomposer en sous réseaux.
SubNetwork	La partie du réseau collaboratif permettant de relier plusieurs participants, afin d'interagir pour répondre à un sous objectif de la collaboration, avec des relations entre chaque deux participants (les relations forment une topologie).
CommonGoal	La raison pour laquelle le réseau a été créé. Nous considérons trois types : stratégique, opérationnel ou de structure. L'objectif global est divisé en un ensemble de sous-objectifs où chacun d'eux est affecté à un sous réseau.
Structure	La forme de la collaboration.
RelationShip	Lien entre deux participants. Il existe trois types : horizontale, verticale, transversale
Topology	Un graphe dont les nœuds représentent les partenaires et les arêtes les relations entre ces derniers. La relation peut être : en chaine, en étoile ou P2P. Pour chaque topologie correspond un type particulier de prise de décision
decisionMaking	Le pouvoir décisionnel dans un réseau collaboratif : égal, hiérarchique ou central.
Duration	La durée du réseau de collaboration : longue ou courte.

TABLE 5.3 – Description des concepts du module Réseau de Collaboration

5.3.4 Module Organisation

Cette ontologie permet de décrire une organisation comme étant une entité ayant un profil représenté par un chiffre d'affaire, un secteur d'activité, un effectif (taille), le nombre de filiales et la finalité. Cette organisation peut fournir un ensemble de compétences dans la collaboration (ce qu'elle peut faire pour atteindre l'objectif de collaboration). Le module a été créé selon le scénario 01 de la méthodologie Neon. Une recherche bibliographique a été conduite afin de trouver la définition de l'organisation qui répond le plus à notre besoin. Puis l'étude a été traduite en une ontologie présentée dans la Figure 5.7.

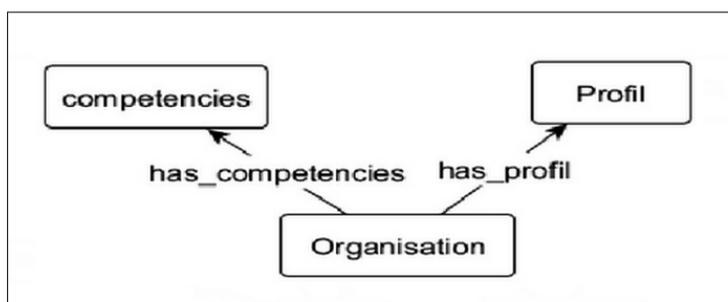


FIGURE 5.7 – Module ontologie Organisation.

Les différents concepts de cette ontologie sont représentés dans le Tableau 5.4 :

Concept	Explication
Organisation	L'organisation qui a un type, un profil et des compétences,
Profil	La description de l'organisation (nom, coordonnées, nombre d'employés (taille), chiffre d'affaire, secteur d'activité, nombre de filiales, sa finalité),
Compétence	La capacité d'accomplir une tâche dans un processus, (que peut fournir le partenaire dans la collaboration).

TABLE 5.4 – Description des concepts du module Processus Collaboratif

5.3.5 Module Ressource

Ce module présenté dans la Figure 5.7, permet de décrire les ressources fournies par les organisations dans le cadre de la collaboration. Il a été conçu en appliquant le scénario 3 de la méthode Neon et en important l'ontologie ressource du projet TOVE [51] puis en la modifiant par rapport à nos besoins.

Chaque ressource possède un type (hardware, software, information, humaine, financière ou produit), une capacité (désigne le nombre d'activité qui peuvent être utilisées en même temps), elle peut être quantifiable (dans le cas où on pourra la mesurer) ou non quantifiable (dans le cas contraire).

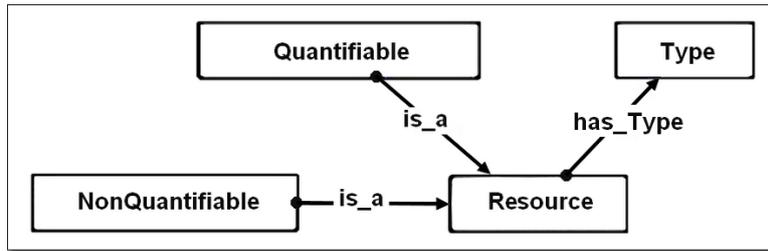


FIGURE 5.8 – Module ontologie Ressource.

Le Tableau 5.5 représente les concepts de ce module :

Concepts	Explication quantifiable
Ressource	Les moyens nécessaires pour réaliser une tâche, elle possède une description, un type et une nature. Elle est caractérisée par un type d'allocation, la divisibilité et la disponibilité.
Type	Le type d'une ressource, peut-être : hardware, software, humain, financier, information.
Quantifiable	Ressource quantifiable
Non-quantifiable	Ressource non quantifiable

TABLE 5.5 – Description des concepts du module Ressource

La Figure 5.9 présente l'ontologie globale CollabOnto avec l'ensemble des modules précédemment présentés ainsi que les relations entre ces modules.

5.4 RAISONNEMENT

Le raisonnement est une phase très importante dans le cycle de vie du système basé sur la connaissance.

Le système analyse la situation collaborative en étudiant les connaissances concernant les partenaires, leur domaine de performance et leurs relations, afin de déduire des connaissances sur le processus collaboratif inter-organisationnel.

A ce stade, il est nécessaire de définir des règles d'inférences permettant

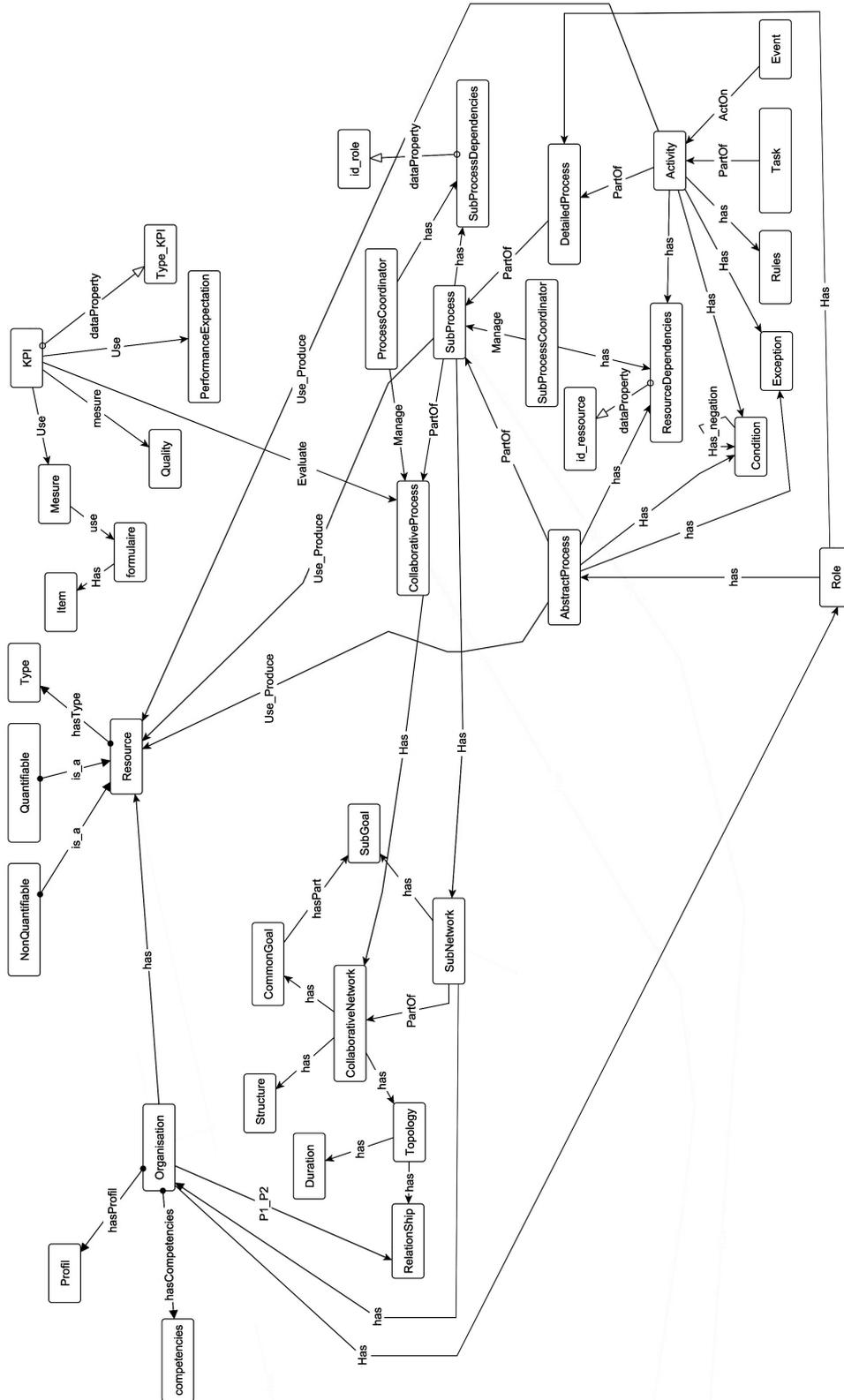


FIGURE 5.9 – Ontologie modulaire CollabOnto

d'assurer le passage des connaissances de collaboration vers des connaissances concernant le processus métiers.

Dans notre base de connaissances, les règles de déduction sont appliquées pour déduire le processus collaboratif, diviser le réseau global en sous-réseaux et enfin compléter les connaissances manquantes. Nous utilisons Semantic Web Rule Language (SWRL) [52] pour écrire les règles de déduction.

Nous spécifions six groupes de règles, que nous présenterons dans ce qui suit avec l'ensemble des groupes de règles avec un exemple de règles dans chaque groupe. La totalité des règles conçues est présentée dans l'Annexe A :

5.4.1 G1 : Ressources

Nous avons défini un ensemble de six règles afin de déduire la réutilisabilité de la ressource et de son type. Par exemple, la règle suivante signifie que si la ressource X a pour type "Product", elle est donc consommable. Son attribut "Reusability" doit être "consomable"

$$\forall X \text{ Resource}(X) \text{ and Has_Type}(X, \text{Product}) \rightarrow \text{Reusability}(X, \text{'consomable'})$$

5.4.2 G2 : Définition des concepts de Processus Collaboratif

Nous avons défini un ensemble de sept règles permettant la création du

$$\forall A, R, U, Val \text{ Activity}(A), \text{Resource}(R), \text{ActivityUse}(A, U), \\ \text{UseResource}(U, R), \text{Availability}(R, Val) \text{ equal}(val, 'false'), \\ \text{uiConcat}('exception6', E) \rightarrow \text{Exception}(E), \text{HasException}(A, E)$$

processus collaboratif et de son coordinateur, la création de sous-processus et de leurs gestionnaires ainsi que la détection des dépendances et exceptions.

Cette règle génère une exception lorsque la ressource R demandée par une activité A n'est pas disponible (la valeur de la disponibilité d'attribut est "false").

5.4.3 G3 : Évaluation de la collaboration

Nous avons défini un ensemble de règles utilisé pour relier les modules d'évaluation au réseau de collaboration.

$$\text{KPI}(K), \text{CollaborativeNetwork}(N), \text{HasGoal}(N, O) \rightarrow \text{Evaluate}(K, P)$$

Cette règle affecte le KPI au réseau de collaboration évalué.

5.4.4 G4 : Gestion des dépendances

Nous avons défini un ensemble de seize règles de gestion de dépendances. Par exemple, cette règle signifie que si une activité A1 et un processus abstrait A2 de deux sous-processus différents S1 et S2 demandent la même ressource

```

SubProcess(S1), SubProcess(S2), , notEqual(?S1,?S2),
PartOf_CollaborativeProcess (S1,P), PartOf_CollaborativeProcess
(S2,P),Manage_CollaborativeProcess (C,P), Has_Activity (S1,A1) , Has_Activity
(S2,A2), Activity_Use (A1,U1), Activity_Use (A2,U2),Use_Resource
(U1,R),Use_Resource (U2,R), Quantity (R,val) , Quantity_Resource_Used (U1,?val1) ,
Quantity_Resource_Used (U2,val2) , sum(?val1, ?val2,?val3), lessThan(?val,?val3)
,lessThan(?val1,?val), lessThan(?val2,?val) , uriConcat(process,'dependency',?D) ->
(?D rdf:type process:SubProcessDependencies), (?C
process:Resolve_SubProcessDependencies ?D) ,(?S1
process:Has_SubProcess_Dependencies ?D), (?S2
process:Has_SubProcess_Dependencies ?D)

```

R, et que la quantité de la ressource n'est pas suffisante alors une dépendance D est créé.

5.4.5 G5 : Concepts du réseau collaboratif

Nous avons défini un ensemble de sept règles utilisé pour diviser le réseau global en sous-réseaux, en fonction des compétences et des rôles de chaque partenaire dans la collaboration. En utilisant ces règles, nous pouvons sélectionner la compétence nécessaire pour accomplir le sous-objectif du sous-réseau puis nous pouvons sélectionner le rôle correspondant à cette compétence.

```

Organization(O), Competecy(C), SubNetwork(SN), HasCompetency(O, C),
HasOrganization(SN, O), HasSubGoal(SN, SG), CompetencyName(C, cName),
SubGoalName(SG, sgName), compareFirstWord(sgName, cName)
→ HasOrganisaion(SN, O)

```

Cette règle analyse la compétence et les sous-objectifs pour vérifier leur correspondance. Nous extrayons le premier mot de la compétence et du sous-objectif (qui doit être un verbe). Ensuite, nous les comparons. S'ils sont identiques, l'organisation est automatiquement affectée au sous-réseau qui réalise ce sous-objectif. La sélection des compétences nécessaires pour accomplir les sous-objectifs est tirée du travail [3].

5.4.6 G6 : Topologie

Nous avons défini un ensemble de trois règles permettant de déduire la topologie du type de décision dans le réseau de collaboration.

Topology(T), DecisionMaking(T, 'hiearchic'), HasDuration(T, 'continuous')
→ TopologyType(T, 'chain')

Par exemple dans cette règle, si le type de prise de décision est "hiearchic" et la durée est "continuous" alors la topologie est automatiquement de type "chain".

5.5 CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons présenté dans les détails la conception de notre base de connaissances qui est elle-même basée sur une ontologie modulaire pour la collaboration inter-organisationnelle. Un raisonnement sur les connaissances stockées dans cette base est nécessaire afin de déduire les le processus collaboratif. Pour cela un ensemble de six groupes de règles de déduction a

été conçu. Un exemple de règle de chaque groupe a été présenté, l'ensemble des règles sera présenté en détail dans l'Annexe A. Dans le prochain chapitre nous présenterons la modélisation des connaissances collaboratives extraites de la base de connaissances sous forme de modèles de processus collaboratifs inter-organisationnels.

PROPOSITION D'UNE MÉTA-MODÉLISATION DU PROCESSUS COLLABORATIF

SOMMAIRE

6.1	INTRODUCTION	105
6.2	MÉTA-MODÉLISATION UML DU PROCESSUS COLLABORATIF	105
6.2.1	Processus collaboratif	107
6.2.2	Organisation	108
6.2.3	Activité	109
6.2.4	Dépendances	110
6.3	MÉTA-MODÉLISATION BPMN DU PROCESSUS COLLABORATIF	110
6.4	TRANSFORMATION ATLAS TRANSFORMATION LANGAGE (ATL)	118
6.5	DESCRIPTION DES RÈGLES DE TRANSFORMATION	121
6.6	CONCLUSION	122

6.1 INTRODUCTION

Le but principal de la troisième phase de notre approche consiste à extraire les connaissances de la BC présentée dans le chapitre précédent et de permettre leur visualisation par le gestionnaire de la collaboration sous forme d'un modèle processus collaboratif.

Dans ce chapitre nous nous intéressons à la modélisation UML et BPMN du processus collaboratif ainsi qu'à la conception des règles de mapping entre les deux modèles. Nous nous sommes basés sur l'étude état de l'art présentée dans le Chapitre 3 afin de concevoir nos méta-modèles de processus collaboratifs. Dans la suite de ce chapitre nous allons présenter dans les détails la démarche suivie pour leur conception ainsi que la présentation détaillée de ces derniers.

6.2 MÉTA-MODÉLISATION UML DU PROCESSUS COLLABORATIF

La Figure 6.1 présente le méta-modèle du processus collaboratif inter-organisationnel incluant autant de cas et de concepts relatifs à la collaboration que possible afin d'être aussi générique que possible. Les modèles de collaboration doivent être simples et saisissables par les partenaires. Afin de faciliter leur validation nous avons décomposé l'objectif global de collaboration en sous-objectifs et le processus collaboratif global en un ensemble de sous-processus où chaque sous-processus est géré par un sous-coordonateur pour atteindre un sous-objectif.

Chapitre 6. Proposition d'une Méta-modélisation du processus collaboratif

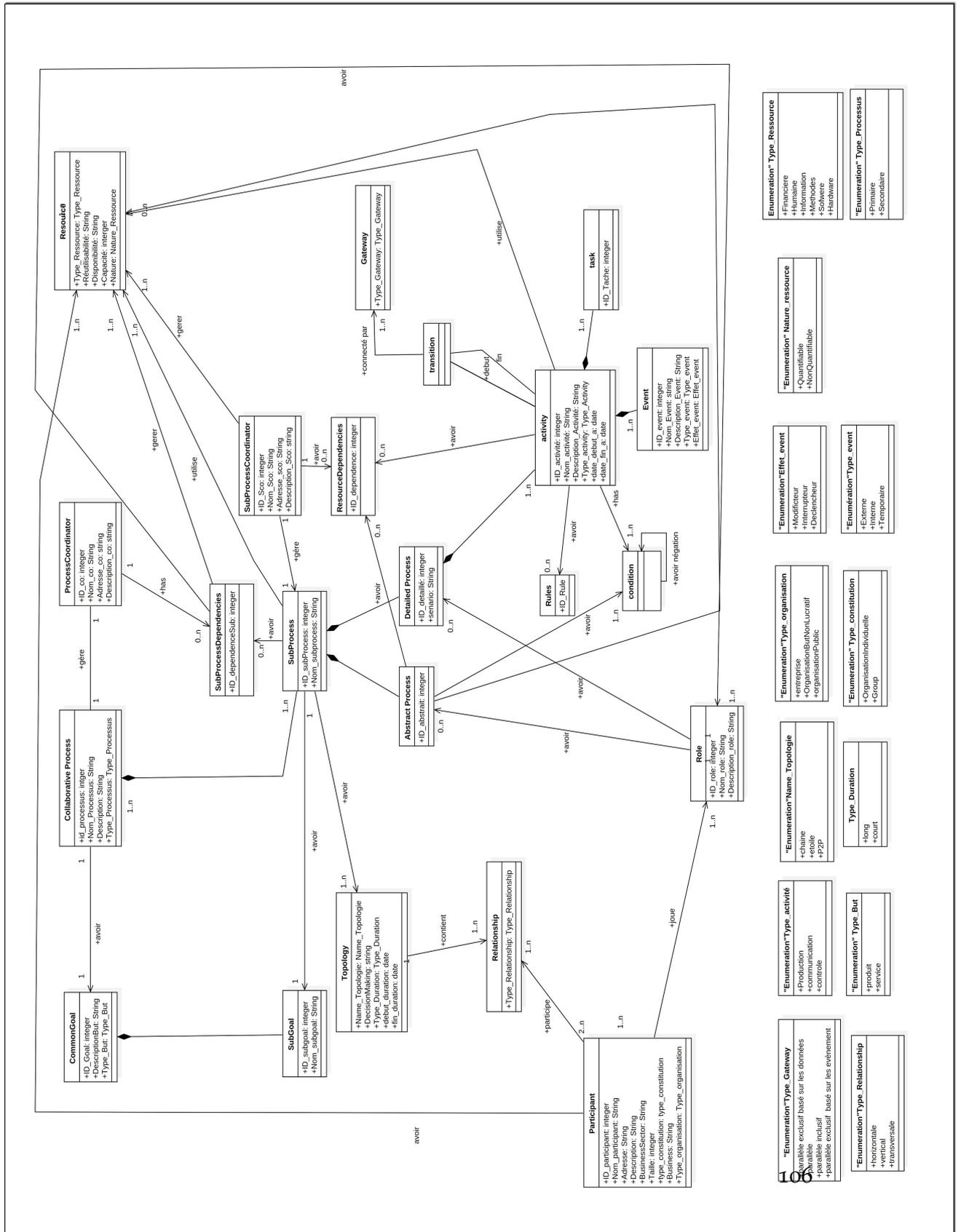


FIGURE 6.1 – Notre Meta modèle UML de processus collaboratif inter-organisationnel

Dans ce qui suit nous allons présenter de façon détaillée les différents concepts de notre méta-modèle.

6.2.1 Processus collaboratif

Notre processus collaboratif est décomposé en sous-processus et les objectifs de la collaboration en sous-objectifs. Les concepts relatifs au processus collaboratif sont : **CollaborativeProcess** : l'ensemble des sous-processus gérés par un coordinateur (ProcessCoordinator). Ce dernier ressoudra les dépendances de ressources et des rôles entre les sous-processus. Le CollaborativeProcess doit satisfaire l'objectif global de la collaboration; **SubProcess** : une composante du processus collaboratif. Ce dernier est exécuté par des acteurs et géré par un coordinateur (SubProcessCoordinator) dont le rôle est de résoudre les dépendances de ressources entre les activités et les processus abstraits; **CommonGoal** : le but commun de toutes les organisations. Cet objectif peut être décomposé en plusieurs sous-objectifs où chaque sous processus possède un sous-objectif « SubGoal » qui peut être un produit ou un service; **Detailed-Process** : une séquence d'activités détaillées décrite par un scénario; **Abstract-Process** : une séquence d'activités non détaillée « boîte noire » fournie par une organisation. Il consomme et produit des ressources; **ProcessCoordinator** : le gestionnaire du processus collaboratif, il gère les dépendances de ressources entre les sous processus; **SubProcessCoordinator** : le gestionnaire du sous processus, il gère les dépendances de ressources entre les activités et les processus abstraits.

6.2.2 Organisation

Dans cette partie nous allons décrire le participant ainsi que les classes en relations avec ce dernier. **Participant** : peut-être une entreprise, une organisation à but non lucratif ou publique et peut avoir deux types de constitution (organisation individuelle ou un groupe) **Rôle** : désigne les fonctions (les responsabilités) effectuées par chaque participant. Un participant peut jouer plusieurs rôles dans plusieurs sous-processus. **Topology** : désigne un graphe où les nœuds sont les participants et les arêtes sont les relations entre les nœuds. Elle peut être en chaîne, en étoile ou P2P. Pour chaque topologie correspond un type particulier de prise de décision. **Relationship** : désigne le lien entre deux participants, elle est soit horizontale (concurrence) dans le cas d'une collaboration entre les organisations du même secteur, soit verticale (client/fournisseur) dans ce cas la collaboration se fait entre les organisations et leurs partenaires en fournissant un service complémentaire par exemple, soit transversale (groupe d'intérêts) concernant les organisations qui sont en situation d'additivité anexe. Une topologie contient l'ensemble des relations « Relationship » entre les individus. Un participant peut avoir une ou plusieurs relations avec les autres participants. **Ressource** : désigne des moyens nécessaires pour réaliser une tâche, elle a une description, un type et une nature, elle est caractérisée par un type d'allocation, la réutilisabilité, la capacité et la disponibilité. **Type** : Désigne le type d'une ressource, qui peut être : hardware, software, financier, méthodes, humain ou informationnel. **Nature** : Désigne la nature d'une ressource, elle peut être quantifiable ou non quantifiable (ressource calculable ou non). **Réutilisabilité** : C'est une propriété qui exprime si une ressource est

réutilisable par plusieurs activités ou non. **Capacité** : C'est une propriété qui désigne la capacité d'une ressource pouvant être utilisée par plusieurs activités en même temps (ressource partagée) ou non (ressource atomique). **Disponibilité** : Désigne si la ressource est disponible. Elle peut être donc allouée ou non .

6.2.3 Activité

Cette partie est composée des classes suivantes : **Activity** : Elle représente l'ensemble d'opérations à exécuter dans un processus. Cet ensemble peut appartenir à des opérations de production, de communication ou de contrôle. L'activité est influencée par des événements, gérée par des règles et interrompue par une exception. Un participant peut jouer plusieurs rôles dans plusieurs activités. **Task** : C'est l'atome du processus collaboratif, elle représente le plus petit composant d'un processus. **Rules** : Ce sont des règles à respecter lors de l'exécution d'une activité. **Event** : C'est un stimulus qui influence une activité, il peut être un événement interne, externe, ou temporaire comme il peut avoir un effet (déclencheur, interrupteur ou modificateur). **Transition** : Ce sont des enchaînements d'activités représentant le flux entre deux tâches. **Gateway** : c'est une passerelle reliant deux ou plusieurs transitions. **Condition** : exprime une restriction de l'exécution d'une tâche, ou de déclenchement d'une transition. **Exception** : C'est un cas où l'activité ne peut pas continuer à s'exécuter suite à une rupture de ressource par exemple.

6.2.4 Dépendances

Nous avons deux classes de dépendances : **ResourceDependencies** : les dépendances de ressources entre les activités et les processus abstraits. Elles sont gérées par le SubProcessCoordinator. Plusieurs dépendances peuvent appartenir à une même activité. Un processus abstrait peut avoir plusieurs dépendances. **SubProcessDependencies** : les dépendances de ressources et des rôles entre les sous processus, elles sont gérées par le ProcessCoordinator. Un processus collaboratif peut avoir plusieurs SubProcessDependencies.

Les instances des modèles de processus collaboratifs représentent les connaissances collaboratives extraites de la base de connaissances sous format de modèle de processus collaboratif. Ces derniers doivent être vérifiés par les partenaires impliqués dans la collaboration (possibilité de suppression d'objets inutiles dans le processus). Des modèles de processus complets composés uniquement des objets, des passerelles et des événements pertinents vont être générés. Les partenaires doivent se mettre d'accord sur le modèle de processus collaboratif complet. Dans la section suivante une méta-modélisation BPMN du processus collaboratif conformément à la modélisation UML va être présenté dans les détails.

6.3 MÉTA-MODÉLISATION BPMN DU PROCESSUS COLLABORATIF

Pour bien expliquer le méta-modèle présenté dans la Figure 6.2, nous l'avons décomposé en plusieurs sous diagrammes.

Chapitre 6. Proposition d'une Méta-modélisation du processus collaboratif

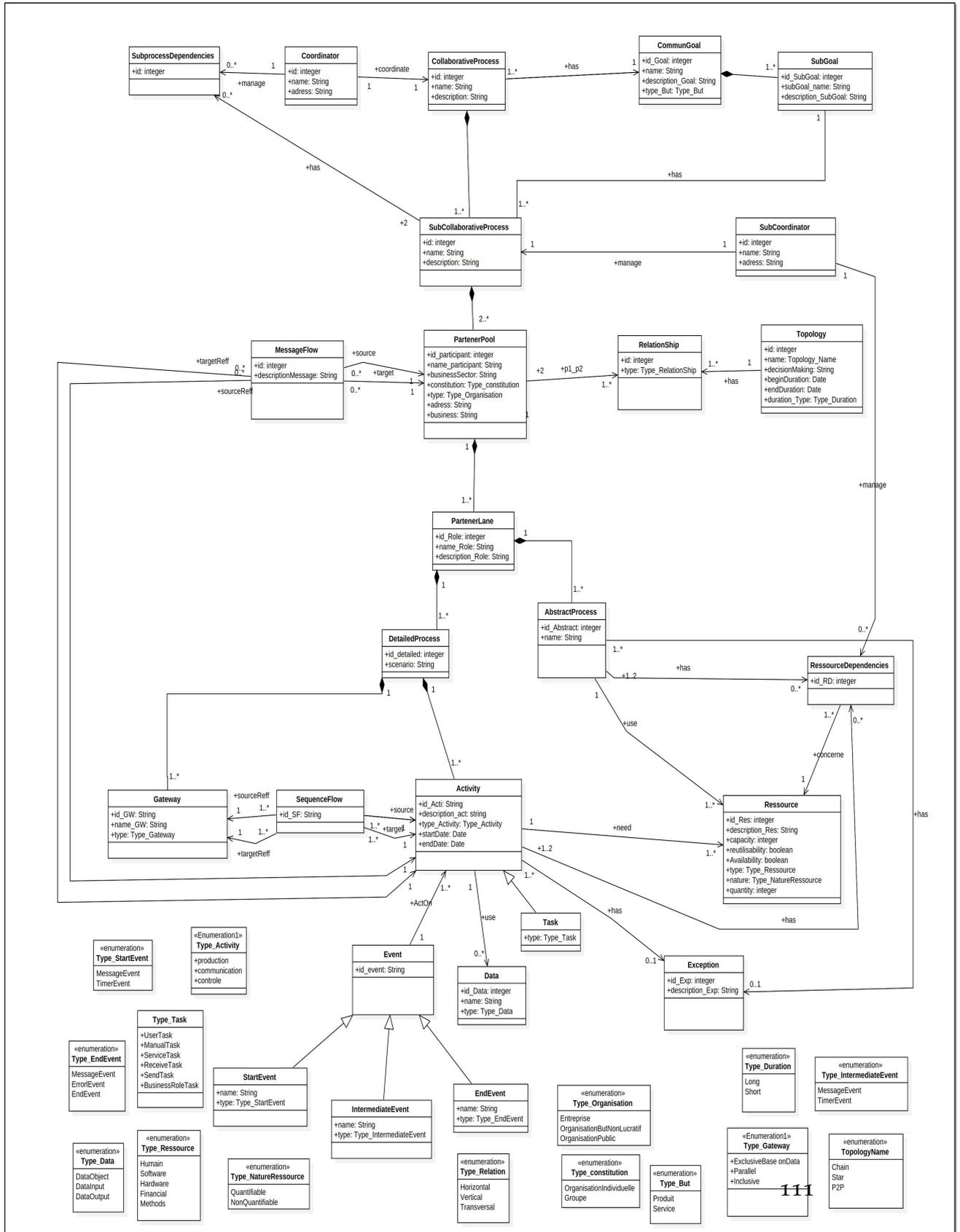


FIGURE 6.2 – Notre Meta modèle BPMN de processus collaboratif inter-organisationnel

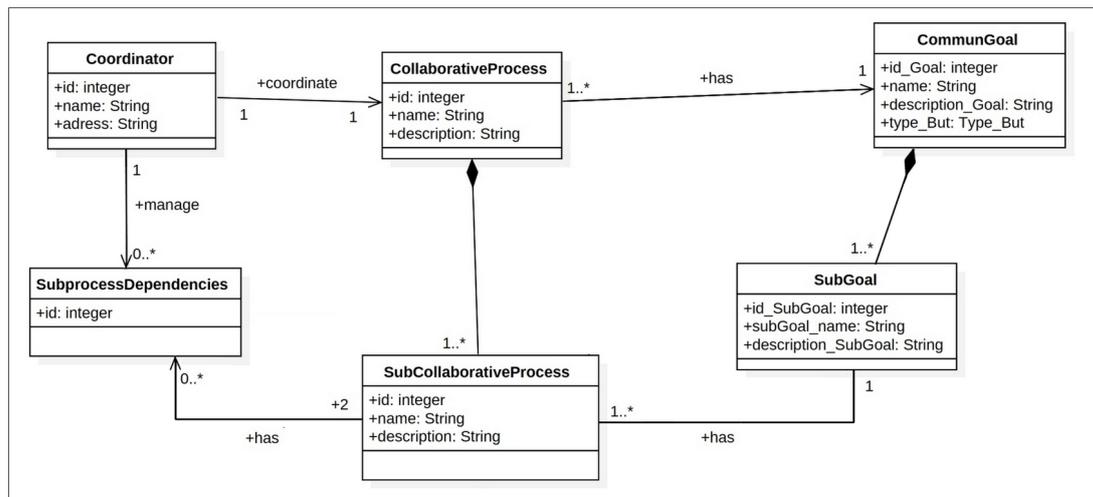


FIGURE 6.3 – Diagramme représentant la notion de Processus Collaboratif.

La Figure 6.3 représente le diagramme relatif au **Processus collaboratif** (CollaborativeProcess) ayant un **objectif commun** (CommonGoal), composé d'un ou plusieurs **sous objectifs** (SubGoal). Un **coordinateur** (Coordinator) gère les dépendances de ressources entre les sous processus collaboratifs. Une **dépendance de sous processus** (SubProcessDependencies) représente les dépendances de ressources entre les sous processus collaboratifs, elles sont gérées par le Coordinateur. Elle correspond à l'utilisation de la même ressource par deux activités dans deux sous processus collaboratifs différents.

Un processus collaboratif est un processus complexe et sa modélisation d'une manière globale influe sur sa visibilité et complique son exécution. D'où l'idée de le diviser en sous-processus collaboratifs. Nous avons adopté la décomposition en sous processus collaboratif afin de réduire la complexité du processus global, simplifier l'échange des informations et faciliter la compréhension de ce dernier par les partenaires. La décomposition est faite selon les

compétences des partenaires et les sous-objectifs à atteindre dans chaque sous réseau.

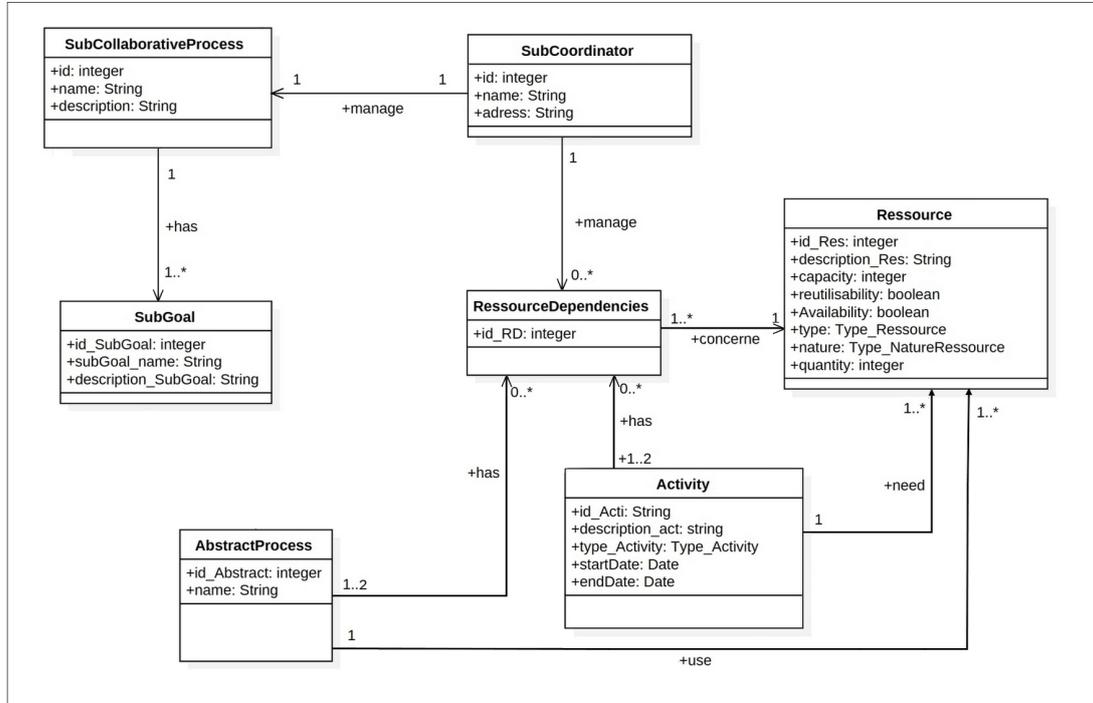


FIGURE 6.4 – Diagramme représentant la notion de Sous Processus Collaboratif.

Dans la Figure 6.4, un **sous processus collaboratif** (SubCollaborativeProcess) est une partie du processus collaboratif géré par un **sous coordinateur** (SubCoordinator). Ce dernier gère les dépendances de ressources entre les activités et les processus abstraits dans le sous processus. Une **dépendance de ressource** (RessourceDependencies) correspond à l'utilisation de la même ressource entre deux activités ou deux processus abstraits dans un sous processus collaboratif. Elles sont gérées par le sous coordinateur.

Tel que présenté dans la Figure 6.5, un sous processus collaboratif est composé de deux ou plusieurs partenaires pools, en BPMN un participant est représenté par un pool. Un sous processus collaboratif peut avoir au moins deux

partenaires pools (participants) reliés par une relation. L'ensemble de ces relations forment une topologie.

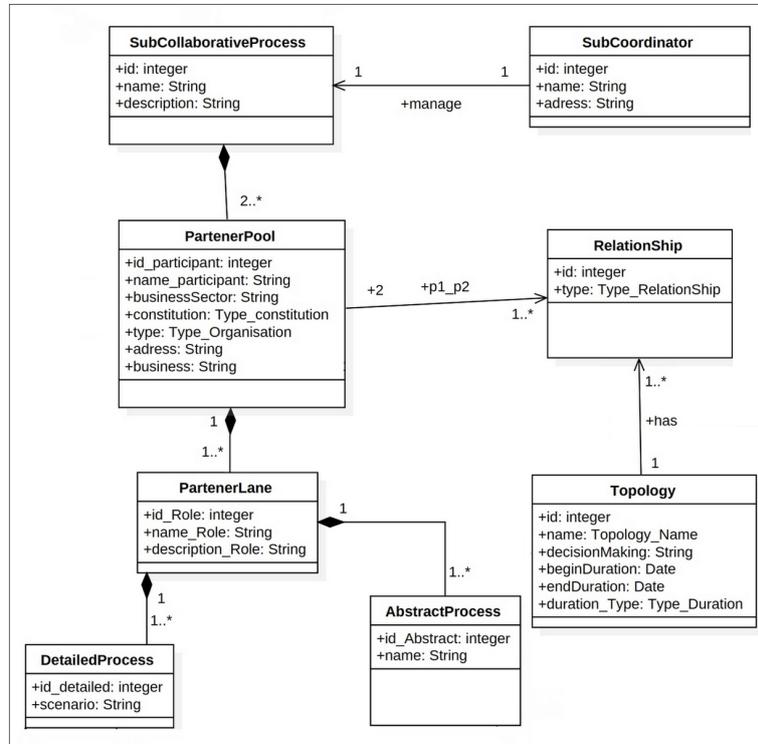


FIGURE 6.5 – Diagramme représentant les notions relatives au Sous Processus Collaboratif.

Un partenaire Pool un partenaire dans la collaboration. **Un partenaire Lane** désigne le rôle d'une organisation. Un rôle est représenté par une Lane en BPMN. C'est la mission confiée à une organisation dans un sous processus. L'organisation a un ou plusieurs rôles selon le processus abstrait ou détaillé avec lequel elle participe dans la collaboration. Une Lane est une subdivision de partenaire Pool, il contient des processus abstraits et des processus détaillés.

Un processus abstrait (AbstractProcess) est une séquence d'activités non détaillées. **Un processus détaillé** (DetailedProcess) est un enchainement d'activités détaillées, il est déclenché par un évènement de début et se termine par

un évènement de fin. Il peut contenir des gateways qui contrôlent le flux de séquence (Sequence Flow). Les objets de flux (activités, évènement, gateways) sont reliés par des SequenceFlow. **Une relation** (Relationship) désigne un lien entre deux partenaires Pools (organisations), il y a trois types de relations : horizontale, verticale ou transversale. L'ensemble de ces relations forme une topologie. **Une topologie** (Topology) contient une ou plusieurs relations, elle sert à décrire la structure du réseau de collaboration.

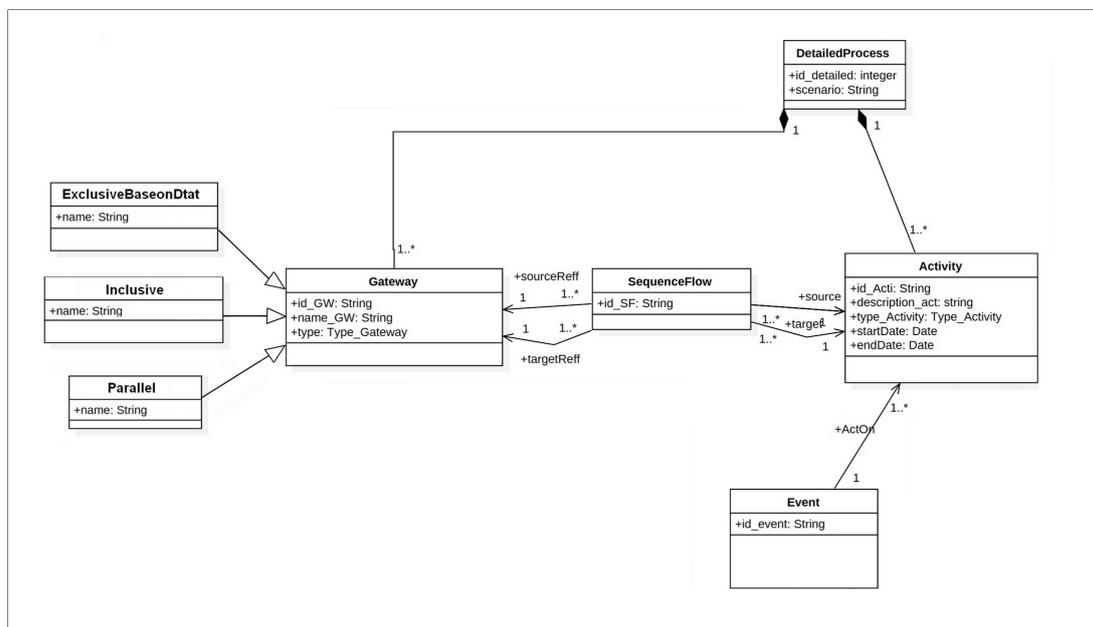


FIGURE 6.6 – Diagramme représentant la notion de Processus Détaillé.

La Figure 6.6 représente un processus détaillé composé d'une ou de plusieurs activités déclenchés par un ou plusieurs évènements. Les activités, les évènements et les gateways qui sont reliés entre eux par des sequenceFlow.

Les gateways (passerelles ou branchements) servent à contrôler le flux de séquence du processus. Ils peuvent fusionner ou scinder le flux en fonction des conditions de branchement. Il existe plusieurs sortes de Gateways à sé-

mantiques distinctes : 1) soit **exclusive** : (exclusive basé sur les données) Lors d'une division, le flux de séquence passe exclusivement vers un branchement. Lors d'une convergence, il attend l'arrivée d'un seul flux entrant pour déclencher le flux de séquence sortant. 2) Soit **inclusive** : lors d'une division, un ou plusieurs branchements sont activés. Tous les branchements doivent être complétés avant de finaliser une convergence. 3) Soit **parallèle** pour la division du flux de séquence, tous les branchements sont activés simultanément. Lors d'une convergence de flux parallèle, il attend que tous les flux entrants soient complétés pour déclencher le flux sortant. Un **flux de séquence** (sequenceFlow) est utilisé pour montrer l'ordre dans lequel les activités seront exécutées dans un processus. Ce flow n'a qu'une seule origine et qu'une seule destination soit vers une activité ou soit vers un gateway. Une **activité** (Acti-

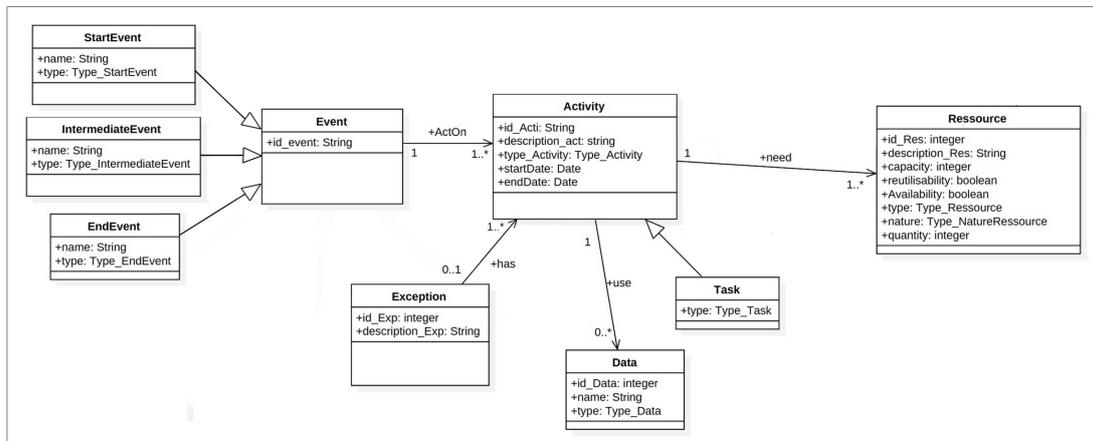


FIGURE 6.7 – Diagramme représentant la notion de l'activité.

vity) peut être élémentaire, dans ce cas, elle représente une tâche (Task). Elle est influencée par des évènements. Elle utilise ou fournit des ressources et utilise des données. L'activité peut être interrompue par une exception. Elle est de

type production, communication ou de contrôle. Une activité peut avoir une dépendance de ressource.

Dans la Figure 6.7, une **Tâche** (task) représente l'élément indivisible d'une activité. Une **ressource** désigne le moyen nécessaire pour réaliser une activité. Un **évènement** (event) survient pour déclencher ou provoquer la fin une activité. Les évènements peuvent être de type : déclencheur, intermédiaire ou interrupteur. Une **exception** se déclenche dans le cas où l'activité ne peut pas continuer à s'exécuter suite à une rupture de ressource.

Data (donnée) est un type de ressource informationnelle créée, manipulée ou utilisée lors de l'exécution d'une activité.

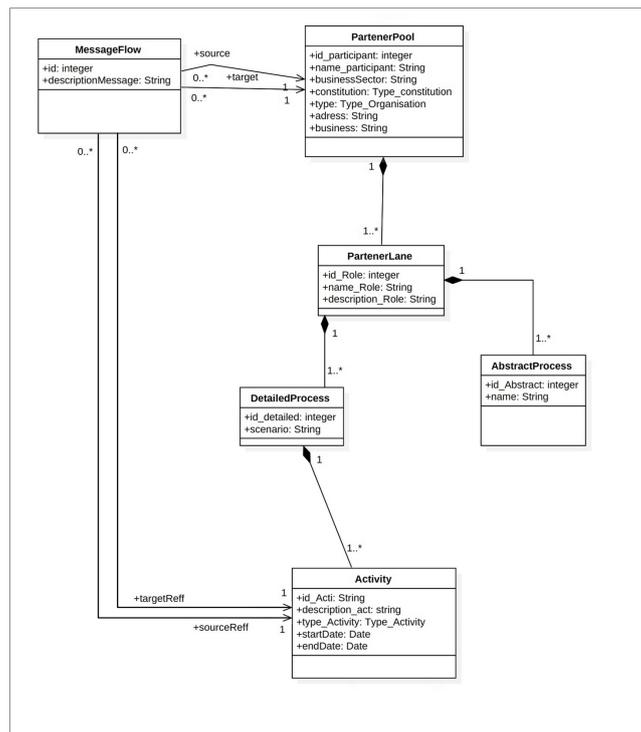


FIGURE 6.8 – Diagramme représentant la notion de MessageFlow.

Dans la Figure 6.8, **MessageFlow** représente le connecteur utilisé pour re-

présenter le flux d'information entre les frontières organisationnelles c.à.d. entre deux partenaires pool ou deux activités situées dans deux pools différentes.

6.4 TRANSFORMATION ATLAS TRANSFORMATION LANGUAGE (ATL)

La transformation du modèle UML du processus collaboratif en modèle BPMN se fait via des règles de transformation.

Un grand nombre d'approches de transformation de modèles comme les approches relationnelles, celles basées sur la transformation de graphes, celles basées sur la structure, les hybrides et les autres ont été développées quand l'OMG a publié une demande de proposition sur QVT (Query Views Transformations). Des langages tels que BOTL, MOLA, GreAT, AndroMDA, F-Logic, UMLX, ATL ou XSLT ont été proposés pour répondre à un contexte spécifique et bien précis [53]. Ainsi, il était plus simple et plus facile de converger vers un seul langage.

Dans notre cas nous devons assurer la transformation entre deux méta-modèles, le premier en UML et le deuxième en BPMN. Une telle transformation nécessite des règles de mapping entre les éléments des méta-modèles. Atlas Transformation Language (ATL) semble donc être un meilleur choix pour la transformation. Plus de détails sont présentés dans l'Annexe B

La transformation prend en entrée le modèle UML et produit en sortie un modèle de processus collaboratif en BPMN. Ce dernier doit être conforme à

notre méta-modèle BPMN. La réalisation de cette transformation nécessite en premier lieu de définir des règles de transformation que nous allons présenter en détail dans cette section.

La Figure 6.9 illustre le processus de transformation du modèle UML en modèle BPMN. Dans notre cas lors de la transformation du modèle UML de

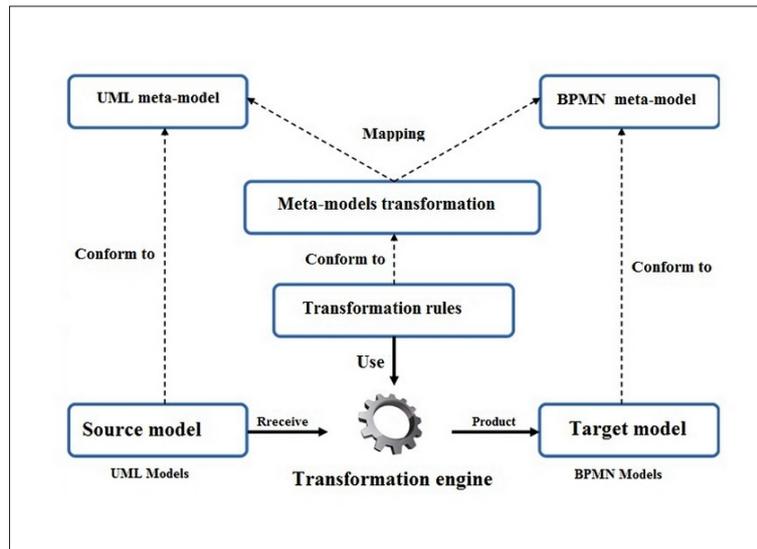


FIGURE 6.9 – Transformation de Modèle UML vers des modèles BPMN.

processus collaboratif inter-organisationnel en un modèle BPMN, nous établissons tout d'abord un mapping entre les différents concepts de méta-modèle UML de processus collaboratif (méta-modèle source) et BPMN (méta-modèle cible). Ce mapping est basé sur des correspondances sémantiques que nous avons identifiées entre les concepts des méta-modèles. L'ensemble de ces correspondances formera une base de règles exhaustive et générique. Le mapping est présenté dans le Tableau 6.1 suivant :

Les concepts du méta modèle UML	Les concepts du méta modèle BPMN
Collaborative Process	BPMNCollaborativeProcess
SubProcess	SubCollaborativeProcess
Participant	PartenerPool
Role	PartenerLane
CommunGoal	CommunGoal
SubGoal	SubGoal
ProcessCoordinator	Coordinator
SubProcessCoordinator	SubCoordinator
AbstractProcess	AbstractProcess
DetailedProcess	DetailedProcess
Activity	Activity
Task	Task
Event	Event
Event avec un effetDechlencheur	StartEvent
Event avec un effet Modificateur	IntermediateEvent
Event avec un effet Interrupteur	EndEvent
Transition	SequenceFlow
Gateway	Gateway
Ressource de type matérielle, financière, méthode, humaine, logicielle	Ressource
Ressource de type informationnelle	Data
SubProcessdependencies	SubProcessDependancies
ResourceDependencies	ResourceDependencies
Exception	Exception
Relationship	Relationship
Topologie	Topologie

TABLE 6.1 – Mapping entre les concepts des méta-modèles UML et BPMN

6.5 DESCRIPTION DES RÈGLES DE TRANSFORMATION

La transformation de modèles nécessite l'identification d'un certain nombre de règles basées sur le mapping présenté dans la section précédente. Ces règles décrivent comment transformer un concept source vers un concept cible. Un ensemble de vingt-trois règles de transformation ATL a été conçu.

Dans figure 6.10, nous présentons à titre d'exemple la règle (GenerateParticipant) permettant la transformation d'un participant(Participant) en un Partenaire Pool(PartenerPool).

```
Rule GenerateParticipant{
  from x:XML!Participant
  to y:bpmn!PartenerPool (

    id<- x.Id,
    name<- x.name,
    BusinessSector<- x.BusinessSector,
    Constitution <- x.type_constitution,
    Type_Organisation<- x.type_organisation,
    Business <- x.business,
    Adress<- x.Address,
    Taille <- x.taille,
    partenerLane<- x.Roles,
    hasrelationShip<- x.participateinrelationship

  )}
}
```

FIGURE 6.10 – Règle transformant Participant en PartenairePool.

La règle (GenerateParticipant) est déclarative. L'élément Participant du méta-modèle source va être transformé en élément PartenerPool du méta-modèle cible. Toutes les caractéristiques nécessaires vont être affectées à l'élément PartenerPool.

Le reste des règles va être présenté dans les détails de l'Annexe B.

6.6 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté deux métas modèles de processus collaboratifs conçus dans le cadre de cette thèse ainsi qu'un ensemble de règles pour assurer le mapping entre eux. Le processus collaboratif est complexe et sa modélisation d'une manière globale influe sur sa visibilité et complique son exécution. D'où l'idée de le diviser en sous-processus collaboratifs. Nous avons adopté une décomposition en sous-processus collaboratifs afin de réduire la complexité du processus collaboratif global, simplifier l'échange des informations et faciliter la compréhension de ce dernier par les partenaires. La décomposition est faite selon les compétences des partenaires et les sous-objectifs à atteindre dans chaque sous réseau.

Dans le Chapitre suivant, nous présenterons en détail le prototype technique supportant la démarche présentée dans cette thèse et regroupant les différents modules applicatifs de notre plateforme.

NOTRE PROTOTYPE TECHNIQUE

7

SOMMAIRE

7.1	INTRODUCTION	124
7.2	LES UTILISATEURS DE L'OUTIL	124
7.3	FONCTIONNALITÉS DE L'OUTIL	125
7.4	ARCHITECTURE TECHNIQUE	127
7.5	CONCEPT TECHNOLOGIQUES POUR CONCEVOIR LE PROTOTYPE TECHNIQUE GLOBAL	129
7.6	DESCRIPTION DES MODULES	131
7.6.1	Editeur de Modèles de Collaboration (EMC)	131
7.6.2	Base de connaissances (BC)	135
7.6.3	Editeur de modèles de processus collaboratifs EMPC	143
7.6.4	Editeur de modèles BPMN de processus collaboratif inter-organisationnels BPMN-EMPC	145
7.7	EXEMPLE DE SCENARIO	147
7.8	CONCLUSION	153

7.1 INTRODUCTION

Dans les chapitres précédents nous avons présenté le système que nous avons proposé. Ce dernier est composé de trois parties essentielles :

- La récolte des connaissances collaboratives,
- Le stockage des connaissances dans la BC afin d'inférer les modèles de processus collaboratifs,
- La modélisation du processus collaboratif.

nous avons implémenté notre approche via un outil que nous présenterons dans les détails de ce chapitre. Nous allons tout d'abord présenter un bref aperçu sur le prototype incluant son objectif et ses fonctionnalités. Ensuite, présenter l'architecture technique et les principaux composants ainsi que quelques autres technologies de développement utilisées. A la fin du chapitre nous allons présenter un cas d'expérimentation.

7.2 LES UTILISATEURS DE L'OUTIL

Le prototype vise à démontrer la possibilité d'utiliser des outils pour permettre la transition des connaissances sur la collaboration vers un modèle de processus collaboratif. Une autre attente du prototype est de pouvoir automatiser autant que possible ce processus de transition. Ce prototype est utilisé par :

- **Les Partenaires dans la collaboration**, dans le but de : 1) communiquer leurs informations relatives à la collaboration à avoir lieu ; 2) valider les modèles de processus collaboratifs générés avant leur exécution.

- **Le Gestionnaire de la collaboration**, dans le but de : 1) modéliser la collaboration ; 2) lancer la transformation des modèles de collaboration en des instances d'ontologie et les stocker dans la base ; 3) lancer les règles d'inférence pour déduire le processus collaboratif ; 4) lancer l'extraction de ces connaissances à partir de la base de connaissances ; 5) valider le modèle de processus collaboratif généré auprès des partenaires ; 6) lancer la transformation du processus collaboratif en un modèle BPMN de ce dernier.

7.3 FONCTIONNALITÉS DE L'OUTIL

Notre système comporte trois sous-systèmes principaux : 1) la collecte des connaissances, 2) la représentation et le raisonnement des connaissances dans une base de connaissances et 3) la modélisation du processus collaboratif.

Le premier sous-système concerne l'acquisition de connaissances implicites exprimées par des partenaires commerciaux pour caractériser les comportements d'un réseau collaboratif. Celui qui est relatif à la représentation des connaissances et du raisonnement est basé sur une ontologie modulaire et des règles de déduction (revoir le Chapitre 5). Le troisième est le cœur du système car elle offre la possibilité de transformer les connaissances sur la collaboration en un processus collaboratif. Enfin, la partie modélisation du processus collaboratif concerne l'extraction des connaissances du processus collaboratif et la construction d'un modèle de processus collaboratif à partir des connaissances extraites.

La Figure 7.1 présente une vue globale de notre système basé sur la gestion

de connaissances, les principales fonctionnalités liées à ses trois sous-systèmes ainsi que le mouvement des connaissances à l'intérieur du système.

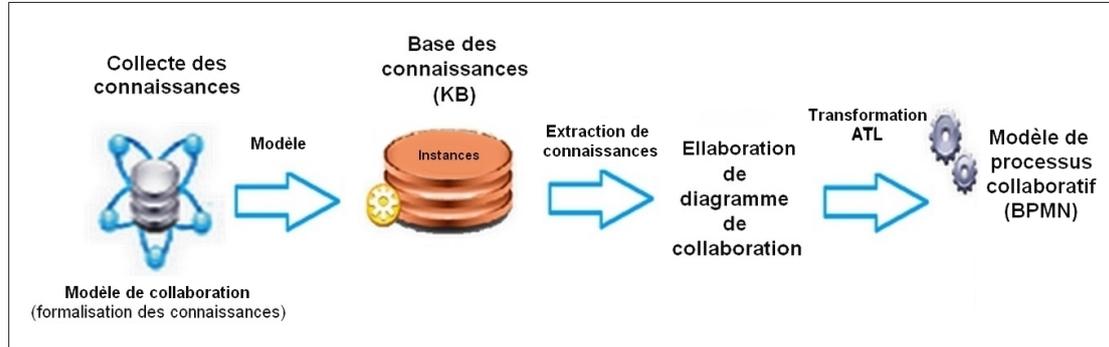


FIGURE 7.1 – Vue globale de notre prototype technique.

Le prototype nécessite la mise en œuvre complète de ces quatre fonctionnalités principales :

- **Collecte et de formalisation des connaissances collaborative** : se concentre sur la capture de toutes les connaissances nécessaires concernant la collaboration qui va avoir lieu. Les utilisateurs de cette fonctionnalité sont chargés de collecter ces connaissances en interrogeant les partenaires du réseau de collaboration. Cette connaissance concerne les caractéristiques du réseau (relations entre chaque paire de participants, objectifs communs,...) et les détails sur les participants (rôles et services). À partir de ces connaissances, les utilisateurs peuvent concevoir des modèles de réseaux de collaboration pertinents.
- **Représentation des connaissances collaboratives et le raisonnement sur ces dernières** : prend en entrée les modèles de réseaux collaboratifs définis à partir de la première fonctionnalité et déduit automatiquement les nouvelles connaissances en sortie. Ces dernières concernent les

connaissances sur le processus collaboratif, telles que les dépendances de ressources.

- **Extraction et visualisation du processus collaboratif** : consiste en une extraction des connaissances, une représentation des connaissances interrogées sous forme de processus collaboratif, vérification du processus collaboratif généré par l'action précédente avec les partenaires impliqués (suppression manuelle des objets inutiles du processus) et génération d'un nouveau processus de collaboration complet composé uniquement d'objets, de passerelles et d'événements pertinents. Les partenaires doivent se mettre d'accord sur ce modèle de processus collaboratif complet avant de passer à la transformation de ce dernier en format BPMN.
- **Construction de modèles de processus en BPMN** : Cette fonctionnalité se concentre sur la représentation du modèle de processus collaboratif obtenu à partir de la fonctionnalité précédente sous la forme d'un modèle BPMN. Il s'agit de la transformation des modèles de processus collaboratifs en des modèles BPMN.

7.4 ARCHITECTURE TECHNIQUE

Les quatre fonctionnalités précédemment listées sont celles que le prototype technique doit couvrir. Pour chaque fonctionnalité un outil a été conçu et implémenté pour la supporter. La Figure 7.2 représente l'architecture technique du prototype. Le prototype a été développé avec java dans un environnement de développement Eclipse. Le prototype est composé de quatre modules principaux .

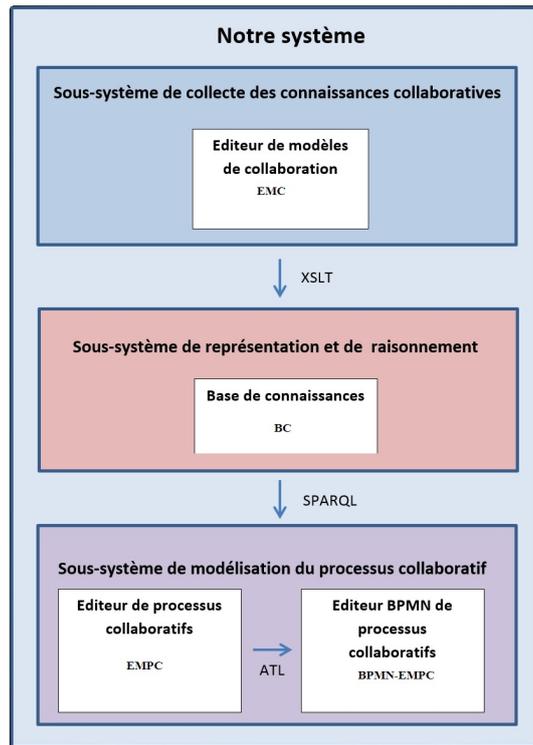


FIGURE 7.2 – Architecture technique de notre prototype.

- **Editeur de Modèles de Collaboration (EMC)** : aide les utilisateurs à collecter et à modéliser les connaissances relatives aux partenaires et au réseau de collaboration.
 - **Base de Connaissances (BC)** : permet la déduction des modèles de processus collaboratifs par les utilisateurs.
 - **Editeur de Modèles de Processus Collaboratifs (EMPC)** : permet la prise en charge de la validation des modèles par les partenaires.
 - **Editeur de modèles BPMN de processus collaboratifs (BPMN-EMPC)** : permet la transformation du modèle précédant en un modèle BPMN.
- En plus des modules développés il existe également des concepts et des

technologies complémentaires qui complètent la construction de l'ensemble du prototype en reliant les différents modules entre eux.

Dans ce qui suit nous allons présenter les principaux modules de notre prototype en détail, ainsi que les concepts et technologies de leur développement.

7.5 CONCEPT TECHNOLOGIQUES POUR CONCEVOIR LE PROTOTYPE TECHNIQUE GLOBAL

Dans cette section, nous discuterons les concepts et les technologies que nous utilisons pour accomplir la construction de l'ensemble du prototype technique. Ces derniers permettent le passage et le transfert des connaissances d'un module à un autre suivant la présentation de notre prototype technique dans la Figure 7.3.

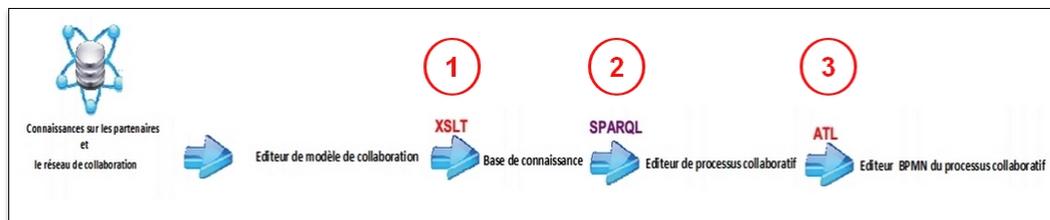


FIGURE 7.3 – Concepts technologiques utilisés.

— XSLT : eXtensible Stylesheet Language Transformations (1)

Pour passer de XML vers OWL nous avons choisi d'utiliser XSLT qui est un langage de feuilles de style pour XML. Ce langage permet d'ajouter / supprimer des éléments et des attributs, d'organiser et de trier les éléments, d'effectuer des tests et de prendre des décisions sur les éléments

masqués ou à affichés. XSLT utilise XPath pour trouver les informations dans un document XML.

XSLT API permet de restructurer le fichier XML selon la feuille de style XSLT et de faire des transformations d'une structure XML à une autre. Nous avons choisi XSLT pour la conversion du format de connaissances dans notre système vue qu'elle est recommandée par W3C pour faire des conversions XML vers XML.

— **SPARQL : Protocol and RDF Query Language (2)**

Pour l'extraction des connaissances, nous avons utilisé SPARQL qui est un langage de requêtes pour RDF et un protocole qui permet de rechercher, ajouter ou modifier des données RDF.

Nous avons opté pour SPARQL qui est un langage bien documenté. Il représente un standard du W3C, sa syntaxe est simple (il ressemble beaucoup à SQL) comme il permet aussi d'extraire les résultats dans un fichier XML.

— **ATL : ATLAS Transformation Language (3)**

Le choix du langage de transformation représente une tâche importante dans le processus de mise en œuvre d'une transformation MDA. Dans le cadre de notre travail, nous avons choisi ATL pour plusieurs raisons : Tout d'abord, ATL est libre. Il fournit aux développeurs un moyen de spécifier la façon de produire un certain nombre de modèles cibles à partir d'un ensemble de modèles de sources. L'une des puissances d'ATL est sa capacité à gérer la complexité des transformations de modèles. La manière la plus basique est l'utilisation des helpers qui augmentent considérablement la lisibilité et la compréhension de la règle de trans-

formation. De plus, l'interopérabilité d'ATL avec les outils EMF est une qualité qui a été assurée grâce à sa conformité avec le standard MOF.

7.6 DESCRIPTION DES MODULES

Les modules de notre système travaillent de façon séquentielle d'où les outputs du module précédent représentent les inputs du module suivant. Pour chacun des modules nous allons présenter son objectif, les aspects de son développement, de la technologie utilisée et de ces fonctionnalités.

7.6.1 Editeur de Modèles de Collaboration (EMC)

Les objectifs

La principale raison du développement de l'EMC est d'assurer la collecte et la formalisation des connaissances collaboratives ainsi que la modélisation du processus collaboratif.

Le but est de fournir un outil d'aide à la conception de modèles de réseaux de collaboration. L'outil offre un espace de conception et fournit une palette permettant aux utilisateurs de créer et de caractériser graphiquement leurs réseaux de collaboration.

L'éditeur nécessite une certaine expertise ainsi qu'une communication efficace entre l'utilisateur de l'outil et les différents partenaires de la collaboration. Les entrées de notre EMC sont l'ensemble de connaissances sur la collaboration exprimées par tous les partenaires impliqués dans un réseau étudié.

Les sorties, sont les modèles du réseau de collaboration qui décrivent les caractéristiques de collaboration, y compris les détails concernant les partenaires.

Les sorties seront stockées dans la base de connaissances sous la forme d'une nouvelle instance. Ainsi, l'éditeur graphique de modèles de collaboration doit donc être connecté à la base de connaissances.

Technologies utilisées

La sélection de la technologie de développement est l'une des plus importantes phases lors du développement d'un logiciel.

GMF (Graphical Modeling Framework) [54] est un framework de l'environnement de travail Eclipse. Il propose un composant génératif et une infrastructure d'exécution pour le développement des éditeurs graphiques basés sur EMF (Eclipse Modeling Framework) et GEF (Graphical Editing Framework). EMF est un framework de manipulation de modèles de données structurées et GEF est un framework de création d'éditeurs graphiques.

GMF permet aux développeurs de créer un éditeur graphique riche orienté modèle, à partir d'un modèle de domaine existant. Son efficacité réside dans le fait qu'il fournit rapidement un aspect visuel à presque tous des modèles de domaine, il génère une surface de création de diagrammes permettant de travailler visuellement sur ce modèle.

Le projet GMF vient pour combler l'écart architectural entre le MEF et le GEF et compléter les technologies DSM (Domain Specific Modeling), c'est pourquoi GMF est le meilleur choix pour le développement de notre éditeur.

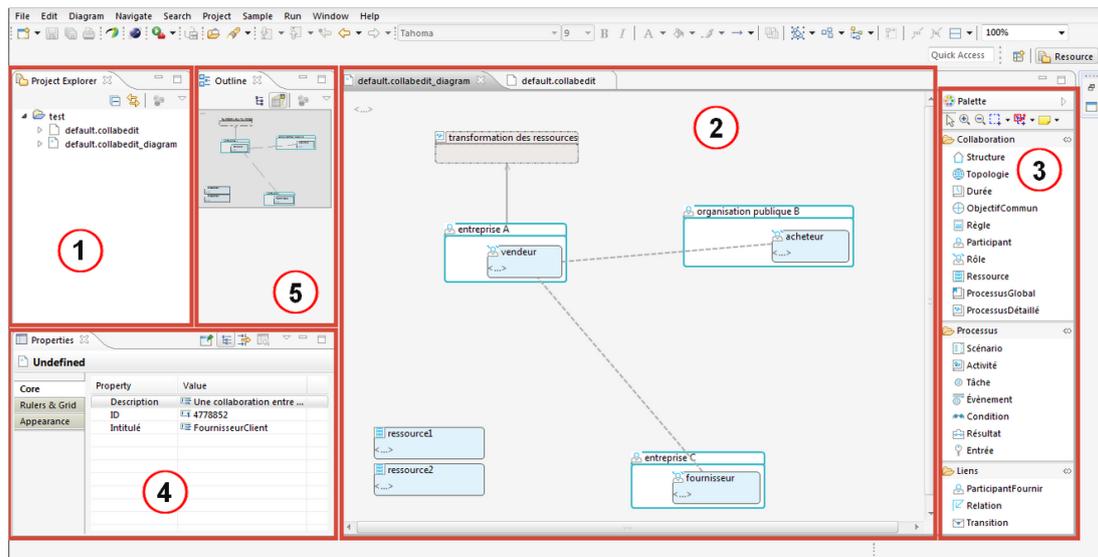


FIGURE 7.4 – Vue d'ensemble de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.

Fonctionnalités

L'éditeur reprend l'interface générale d'Eclipse, elle donc est conviviale permettant une prise en main rapide par les utilisateurs.

La Figure 7.4 représente les cinq vues principales de notre éditeur :

- La vue Explorateur de projets (1) : la vue physique du modèle, utilisée pour gérer des projets au niveau du système de fichiers et donne accès aux divers modèles disponibles,
- La vue éditeurs de modèle (2) : un espace permettant la représentation et la modification graphiques du modèle de collaboration ,
- La Palette (3) : contient les éléments graphiques permettant la création des concepts et des liens de la collaboration inter-organisationnelles. Elle permet aux utilisateurs la conception des modèles,;
- La vue Propriétés (4) : permet le renseignement des propriétés des élé-

ments du modèle et celles non représentées sur le graphique, telles que la description de la collaboration,

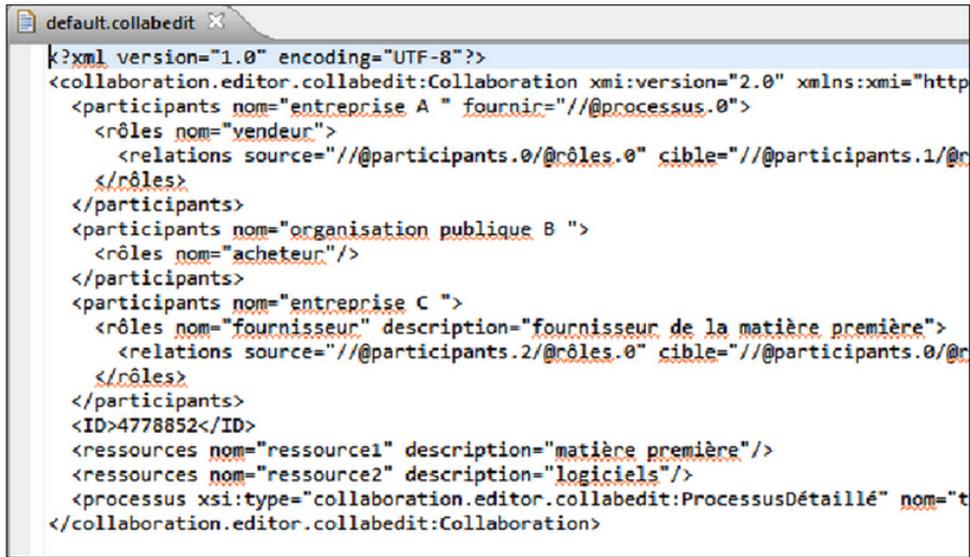
- La vue outline (5) : donne un aperçu général du modèle (lecture seule).

La création d'un modèle de collaboration se fait principalement à l'aide de la palette organisée de façon à faciliter son utilisation. Le premier groupe Collaboration, contient les concepts de base de la collaboration : Structure, Topologie, Durée, ObjectifCommun, Règle, Participant, Rôle, Ressources, ProcessusGlobal et ProcessusDétailé.

Le deuxième groupe Processus permet aux utilisateurs de détailler leurs processus métiers (ProcessusDétailé) avec les concepts : Scénario, Activité, Tâche, Évènement, Condition, Résultat et Entrée. Comme ils peuvent fournir des processus abstraits (ProcessusGlobal). Enfin le troisième groupe « Liens » présente les trois liens principaux du modèle : ParticipantFournir (lien entre un participant et un processus fourni par ce participant, Relation qui représente les trois types de relations entre les participants (Horizontale, Verticale et Transversale)) et Transition (les transitions entre les différentes activités).

La création d'un nouveau diagramme de collaboration (fichier.collabeditdiagram) assure la création d'un autre fichier XML associé (fichier.collabedit) conforme à notre métamodèle de collaboration inter-organisationnelle.

La Figure 7.5 représente le fichier XML obtenu et qui sera par la suite importé dans la base de connaissances en tant que nouvelle instance.



```

k?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<collaboration.editor.collabedit:Collaboration xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http
<participants nom="entreprise A " fournisseur="//@processus.0">
  <rôles nom="vendeur">
    <relations source="//@participants.0/@rôles.0" cible="//@participants.1/@r
  </rôles>
</participants>
<participants nom="organisation publique B ">
  <rôles nom="acheteur"/>
</participants>
<participants nom="entreprise C ">
  <rôles nom="fournisseur" description="fournisseur de la matière première">
    <relations source="//@participants.2/@rôles.0" cible="//@participants.0/@r
  </rôles>
</participants>
<ID>4778852</ID>
<ressources nom="ressource1" description="matière première"/>
<ressources nom="ressource2" description="logiciels"/>
<processus xsi:type="collaboration.editor.collabedit:ProcessusDétailé" nom="t
</collaboration.editor.collabedit:Collaboration>

```

FIGURE 7.5 – Fichier XML généré par notre éditeur.

7.6.2 Base de connaissances (BC)

Objectifs

La raison principale pour laquelle notre BC a été créée est la prise en charge des modèles de collaboration afin de pouvoir déduire les connaissances concernant le processus collaboratif en exécutant les règles de déduction stockées dans cette base. Cette partie permet de visualiser l'ontologie modulaire ainsi que les instances de collaboration stockées dedans. Comme le but de construire une telle base est d'automatiser le raisonnement, cette dernière doit être soigneusement conçue. Notre base a été conçue sur la base d'une ontologie modulaire. Cela signifie que l'ontologie avec l'ensemble d'instances (individus) et de concepts (classes) constituent la BC. Notre base a besoin en entrée de modèle de collaboration fourni par l'éditeur de la première phase. Après l'exécution

des règles de déduction de nouvelles connaissances seront automatiquement stockées dans la BC.

Technologies utilisées

Comme nous l'avons déjà expliqué, nous avons besoin d'une ontologie pour spécifier la structure de notre base de connaissances, et des instances pour y être stockées. L'ontologie utilisée pour constituer notre BC est l'ontologie modulaire (présentée dans le Chapitre 5). Nous avons déjà opté pour OWL et SWRL comme langages de représentation respectivement de notre ontologie et des règles de déduction.

Pour formaliser et représenter notre ontologie modulaire, nous avons choisi Protégé [55].

Il pourra accepter en entrée les modèles (format XML) issus de l'éditeur de modèles de collaboration. En outre, Protégé supporte plusieurs moteurs d'inférence. SWRL est un langage de règles flexible avec un format de règles destinées à être exécutées par le moteur d'inférence intégré. Protégé fournit SWRL Tab (Editeur) comme un plug-in pour l'édition et l'exécution des règles SWRL.

Fonctionnalités

Nous avons créé une interface (voir Figure 7.6) permettant l'accès aux différentes fonctionnalités de cette partie du prototype à savoir :

- Passage XML vers OWL
- Affichage d'instances
- Raisonnement

- Extraction
- Evaluation de la collaboration



FIGURE 7.6 – Interface d'accueil de notre Base de Connaissances.

Nous avons donc prévu un module pour chaque fonctionnalité.

- **Module permettant le passage XML vers OWL**

Ce module permet à l'utilisateur de transformer les modèles de collaboration (en xml) issus de l'éditeur EMC en des instances Owl conformes à notre ontologie et les stocker par la suite dans la BC via l'interface présentée dans la Figure 7.7.

- Le bouton Importer (1) permet d'importer un fichier XML et afficher son chemin dans le champ texte,
- Une zone de texte (2) permet d'afficher le contenu du fichier XML après l'avoir importé,
- Le bouton Transformer (3) permet de transformer le fichier XML importé en un fichier OWL. La transformation se fait via XSLT. Le bouton Afficher permet d'afficher le fichier OWL obtenu dans un nouveau onglet. Le bouton Suivant permet de passer vers l'interface

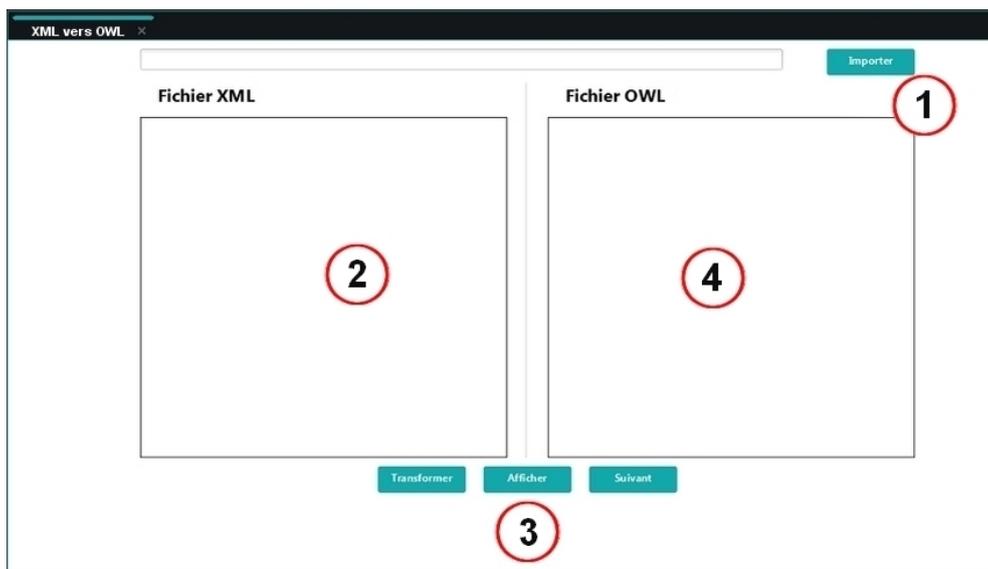


FIGURE 7.7 – Interface de transformation XML / OWL.

de raisonnement afin d’effectuer un raisonnement sur le fichier OWL issu du passage,

- La zone de texte (4) permet d’afficher le contenu du fichier OWL résultant.

— Le module raisonnement

Ce module permet d’effectuer un raisonnement sur le fichier OWL issu du passage (voir Figure 7.8)

- La zone (1) permet d’afficher le contenu du fichier OWL avant le raisonnement (issu du passage),
- Le tableau (2) permet d’afficher les instances contenues dans le fichier OWL avant le raisonnement ;
- Le bouton Raisonner (3) permet d’effectuer un raisonnement sur le fichier OWL. Le bouton Afficher permet d’afficher le processus col-

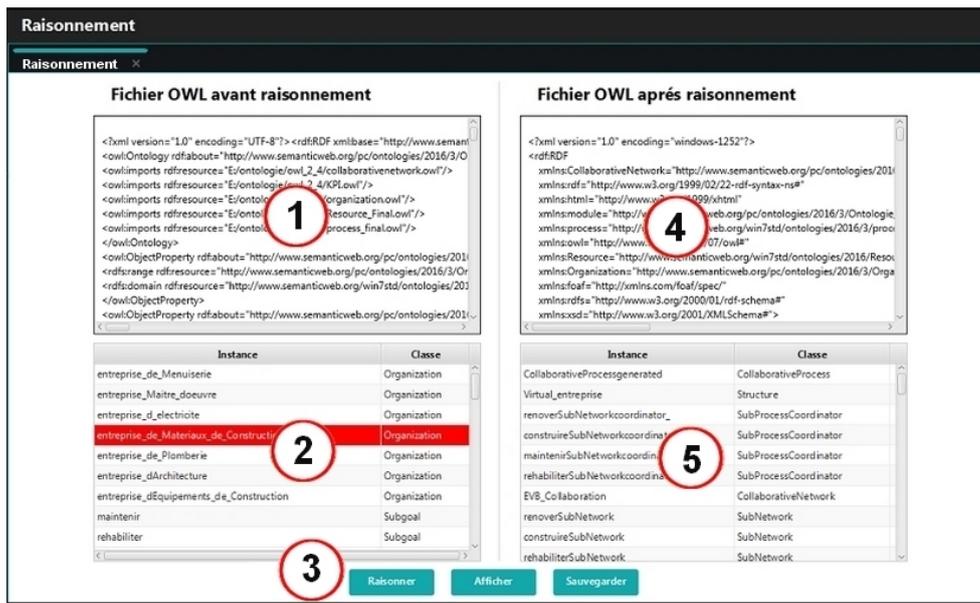


FIGURE 7.8 – Interface raisonnement.

laboratif déduit et le bouton Sauvegarder permet de sauvegarder le cas de collaboration dans la base de connaissances ;

- La zone (4) permet d’afficher le fichier OWL après le raisonnement ;
- Le tableau (5) permet d’afficher les instances contenu dans le nouveau fichier issu du raisonnement.

— Module d’affichage

Ce module permet à l’utilisateur de choisir un cas de collaboration à partir de la base de connaissances et de l’afficher, comme illustré dans la Figure 7.9.

- La liste déroulante (1) permet de sélectionner un cas de collaboration à partir de la base de connaissances,
- Le bouton (2) permet l’affichage de cas de collaboration.

En cliquant sur un module de l’ontologie, une interface apparait, permettant de visualiser les concepts de ce dernier (voir Figure 7.10).

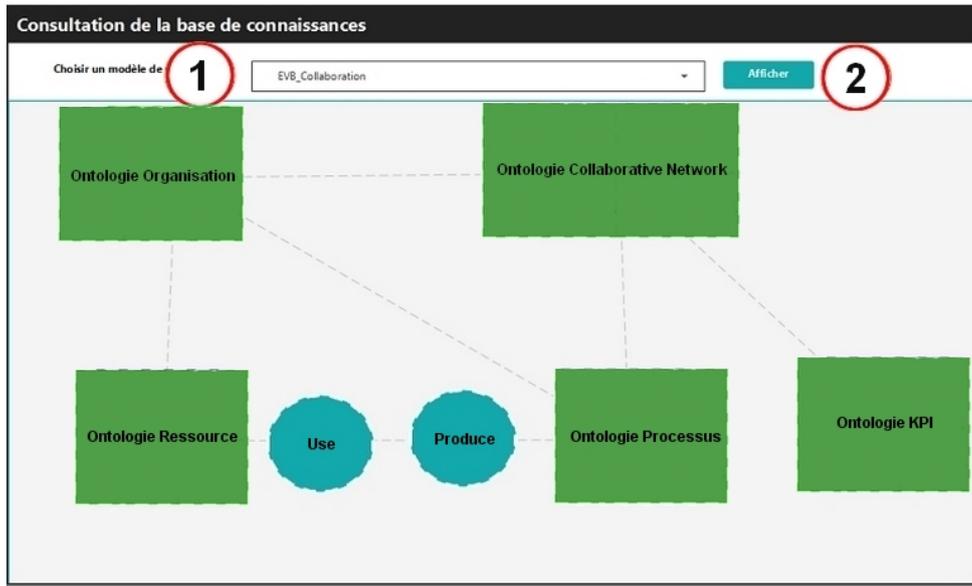


FIGURE 7.9 – Affichage des cas de collaboration.

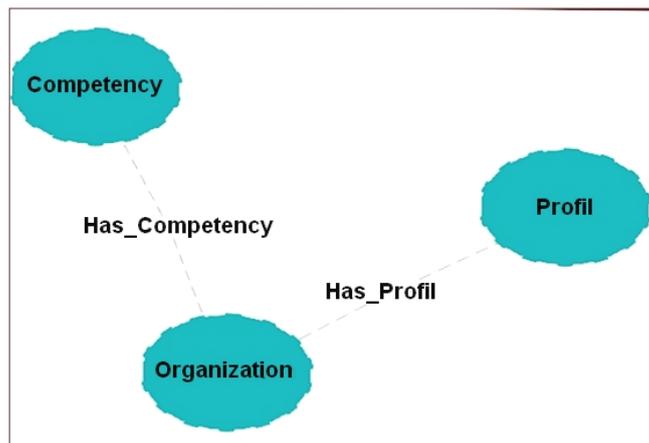


FIGURE 7.10 – Affichage des concepts d'un module.

En cliquant sur l'un des concepts, la liste de ses instances apparaît (comme présenté dans la Figure 7.11).

— **Module évaluation**

Après l'authentification des utilisateurs l'interface qui apparaît dans la Figure 7.12 permet d'afficher les valeurs des différents KPIs :

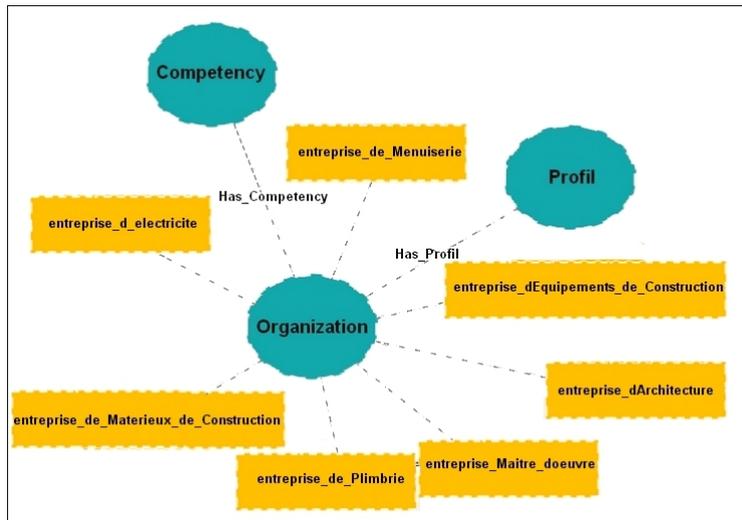


FIGURE 7.11 – Affichage des instances d'un concept.

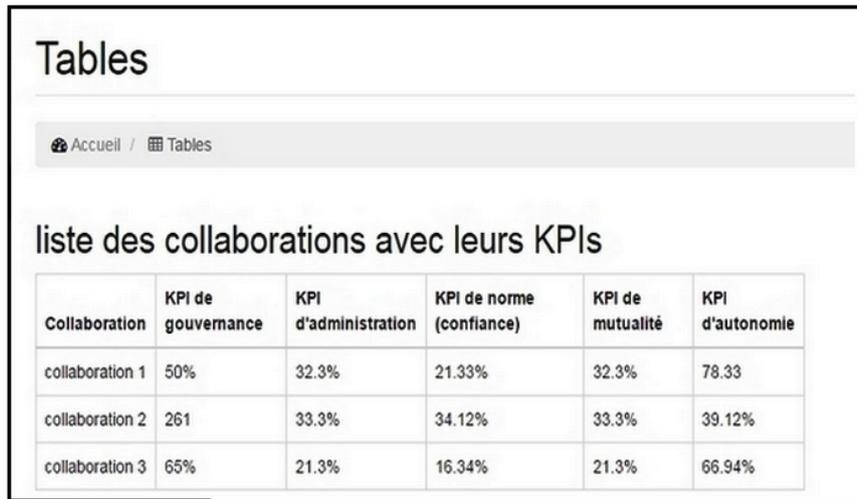


FIGURE 7.12 – Interface d'accueil calcul des KPI.

- La barre d'accès (1) permet de naviguer entre les différentes fonctionnalités de l'application.

- L'affichage des qualités de la collaboration en pourcentage (2).

Nous pouvons aussi afficher la liste des collaborations avec les KPIs correspondants dans des tables, la liste des collaborations avec les partenaires, ... etc. Comme présenté dans la Figure 7.13, nous pouvons aussi



The screenshot shows a web page titled "Tables" with a breadcrumb "Accueil / Tables". Below the title is a section titled "liste des collaborations avec leurs KPIs" containing a table with the following data:

Collaboration	KPI de gouvernance	KPI d'administration	KPI de norme (confiance)	KPI de mutualité	KPI d'autonomie
collaboration 1	50%	32.3%	21.33%	32.3%	78.33
collaboration 2	261	33.3%	34.12%	33.3%	39.12%
collaboration 3	65%	21.3%	16.34%	21.3%	66.94%

FIGURE 7.13 – Table des KPI.

afficher les différents questionnaires d'évaluation de la collaboration, où l'utilisateur pourra évaluer ses collaborations, comme présenté dans la Figure 7.14.



FIGURE 7.14 – Interface d'évaluation.

7.6.3 Editeur de modèles de processus collaboratifs EMPC

Objectifs

La principale raison pour laquelle nous avons développé cet éditeur est de prendre en charge la visualisation de processus collaboratifs et la validation de ces derniers par les partenaires de collaboration.

L'idée de base est de fournir un outil de conception assisté par ordinateur dans le domaine de la modélisation des processus collaboratifs de la même façon que l'éditeur de modèles de collaboration. La palette d'outils fournie par cet éditeur permet aussi à l'utilisateur de créer des éléments du processus collaboratif (évènements, passerelles, etc). L'éditeur permet de visualiser le processus extrait de la base de connaissances via SPARQL. Toute modification est autorisée mais doit être faite avec l'accord et la satisfaction des partenaires de la collaboration. Par conséquent, cet éditeur nécessite une communication efficace entre les utilisateurs et les partenaires de la collaboration. Après l'extraction des connaissances de la base via SPARQL, l'éditeur organisera ces

dernières et les représentera sous la forme d'un modèle de processus collaboratif. L'outil génère un modèle de processus collaboratif validé par tous les partenaires impliqués et prêt à être transformé en modèle BPMN.

Technologies utilisées

Nous avons utilisé les mêmes technologies utilisées lors de l'implémentation de l'éditeur graphique de modèles de collaboration EMC à savoir GMF sous éclipse.

Fonctionnalités

Dans cet outil EMPC la palette contient plus d'élément que celle de l'éditeur EMC vue qu'elle intègre les éléments concernant le processus collaboratif (passerelle, événement et dépendance, etc), comme présenté dans la Figure 7.15.

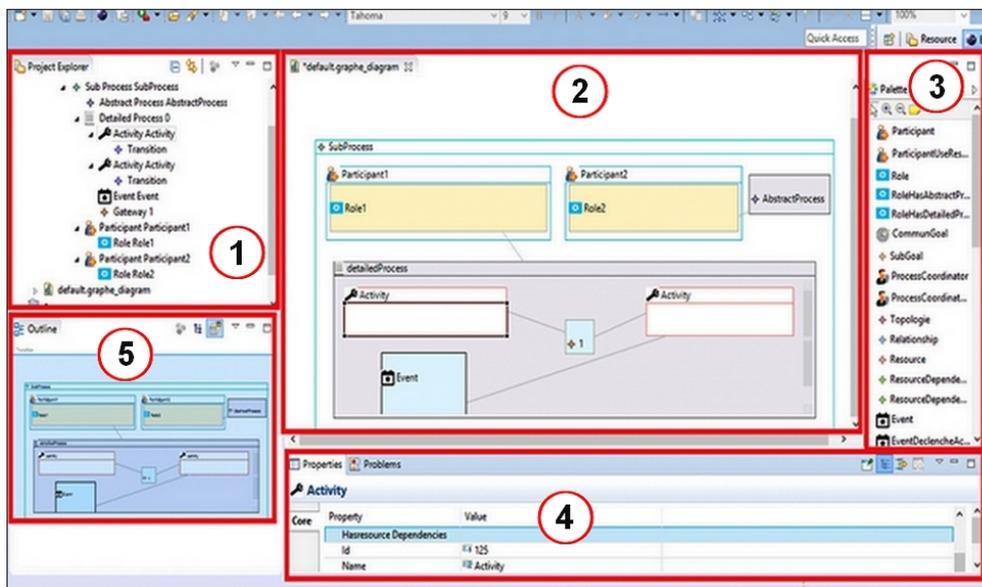


FIGURE 7.15 – Interface de l'éditeur de modèle UML de processus collaboratif.

De la même manière que l'éditeur de modèle de collaboration, la création d'un nouveau processus collaboratif fournit un fichier de diagramme (cprocessdiagram) représentant graphiquement le processus et son fichier XML associé (cprocess). Une fois que tous les partenaires impliqués dans la collaboration se mettent d'accord sur ce modèle de processus, le fichier XML correspondant sera utilisé pour être transformé en un modèle pertinent BPMN.

7.6.4 Editeur de modèles BPMN de processus collaboratif inter-organisationnels BPMN-EMPC

L'objectif de cet outil, BPMN-EMPC présenté dans la Figure 7.16, est en premier lieu de transformer les modèles issus de l'éditeur précédent en des modèles conformes au standard BPMN et en deuxième lieu de les visualiser.

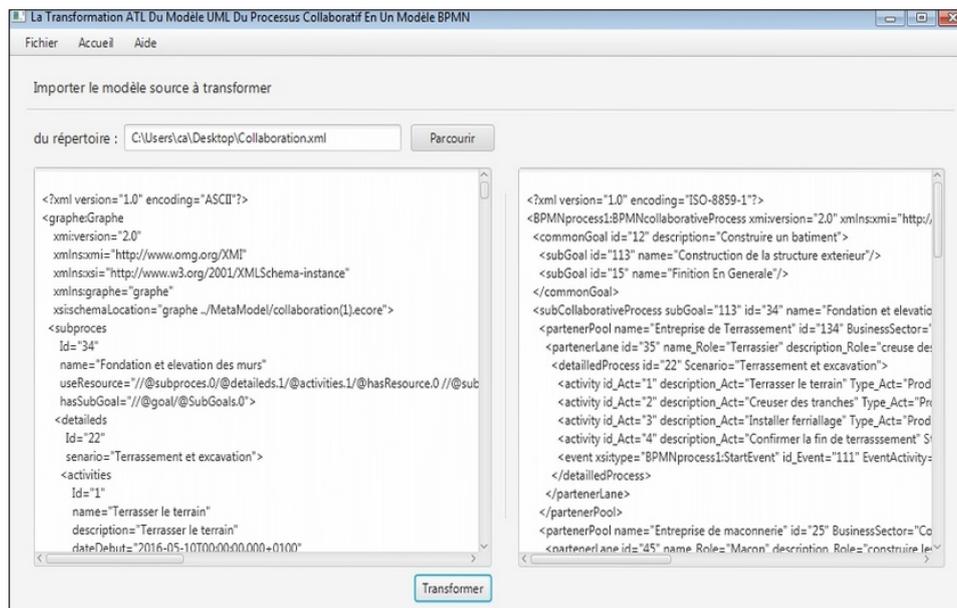


FIGURE 7.16 – Transformation de modèle UML / BPMN.

Cette technologie est appliquée à la dernière étape du prototype. L'inten-

tion principale est d'obtenir des modèles de processus collaboratifs écrits en syntaxe BPMN.

La transformation de modèles va se faire avec Atlas Transformation Language ATL et l'éditeur graphique a été développé de la même façon que l'éditeur de modèles de collaboration et celui des modèles de processus collaboratifs c'est-à-dire GMF tout en supportant les fonctionnalités du standard BPMN(voir Figure 7.17).

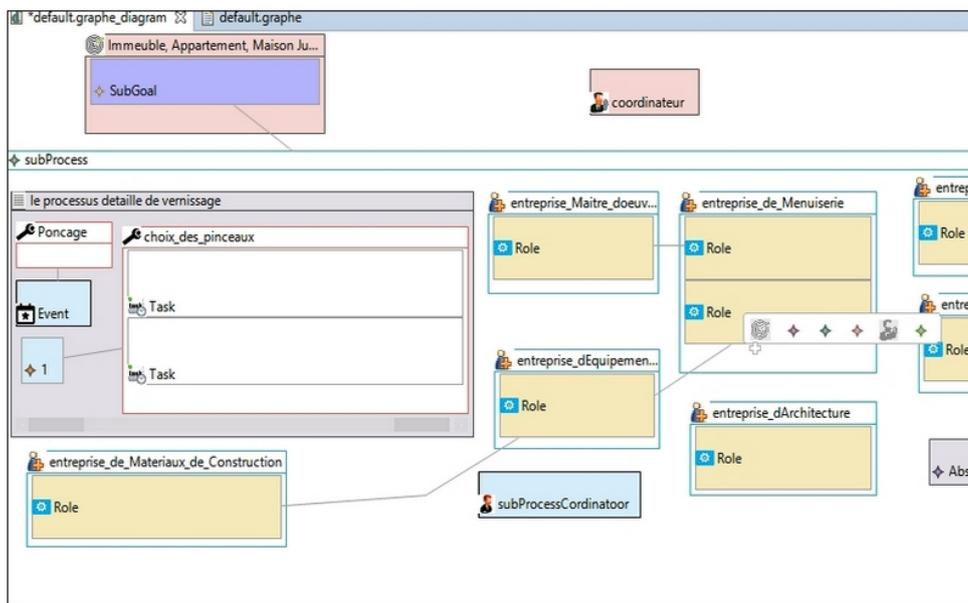


FIGURE 7.17 – Modèle obtenue en entrant le fichier XML résultat de la transformation XSLT.

De la même manière que les deux autres éditeurs, la création d'un nouveau modèle BPMN fournit un fichier de diagramme (fichier.bpmn-diagram) représentant graphiquement le modèle de processus collaboratif en BPMN et son fichier XML associé (fichier.bpmn).

7.7 EXEMPLE DE SCENARIO

Cet exemple de scénario est conçu pour illustrer les étapes de notre approche. Nous avons testé plusieurs cas d'utilisation. Nous présentons dans cette section le cas de collaboration : client-fournisseur. Cet exemple est général et facile à comprendre. Nous commençons par décrire les connaissances d'entrée (la situation de collaboration), puis nous présenterons une application de notre approche étape par étape. L'exemple se concerne sur la construction bâtiments et sera discuté par étapes.

7.7.1 La collecte des connaissances collaboratives : Description de la situation de collaboration

Nous commençons le scénario en décrivant la situation collaborative. Nous avons un ensemble d'organisations travaillant ensemble dans la construction, la rénovation, la réhabilitation et la maintenance des bâtiments. Les partenaires négocient entre eux le partage des ressources et ce que chacun devrait fournir. Il est difficile d'imaginer un modèle de collaboration correspondant, car de nombreuses interactions sont établies entre les partenaires.

La situation collaborative est résumée dans le Tableau 7.1, où les détails de la collaboration ont été introduits en langue Anglaise :

Les éléments de la Collaboration	Les détails
Objectifs communs	Construction, renovation rehabilitation, maintenance residential buildings
Participants	Project management company, Construction company, Equipment company, Material construction company, Architecture Construction, Plumbing company, Company of Electricity, Carpentry company
Processus	Brokerage process, coordination process, planning process
Rôles	Broker, Coordinator, Planner (project manager); Architect, builder, Carpenter, works manager, Tiler, Carpenter, Electrician
Activités	Projects designing, elaborating tender documents, controlling the work execution, playing the role of mediator between the client and the company, selecting the company to realize the construction work
Produits	Building, Apartment, twin house, isolated house, Cottage, Castle
Services	Sale of construction Materials, Plastering exterior, Electrical installation, Cupboard installation, Kitchen installation, Heating and airconditioning
Resources	Software used for determining the project costs, quantities of materials required for projects, architecture software; Construction materials

TABLE 7.1 – Résumé de la situation collaborative

Le modèle de réseau collaboratif lié à la situation ci-dessus est modélisé à l'aide de notre éditeur graphique de modèles de collaboration.

La Figure 7.18 décrit ce modèle de réseau collaboratif.

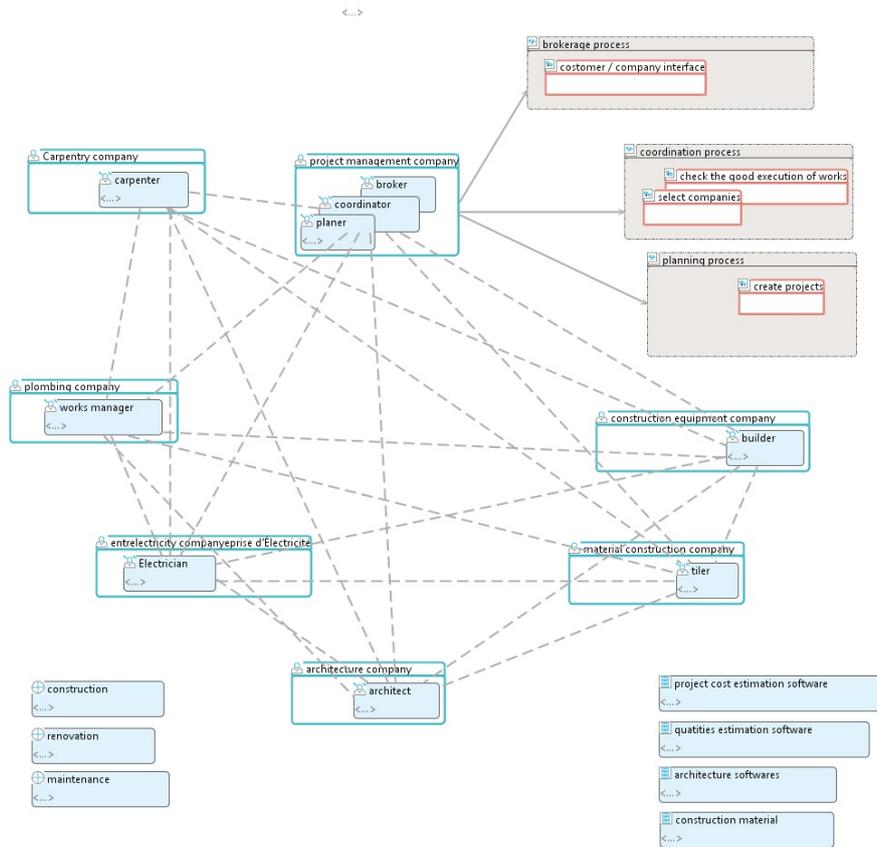


FIGURE 7.18 – Modèle de réseau de collaboration

7.7.2 Base de connaissances

Le modèle de réseau de collaboration présenté précédemment dans la Figure 7.18 a été transformé et importé dans la base de connaissances, comme indiqué dans la Figure 7.19.

Les règles SWRL conçues ont été exécutées et de nouvelles connaissances déduites ont été automatiquement ajoutées à la base de connaissances (telles que la création de sous-réseaux). Nous présentons dans la Figure 7.20 uniquement les résultats obtenus à partir de l'exécution d'une règle.

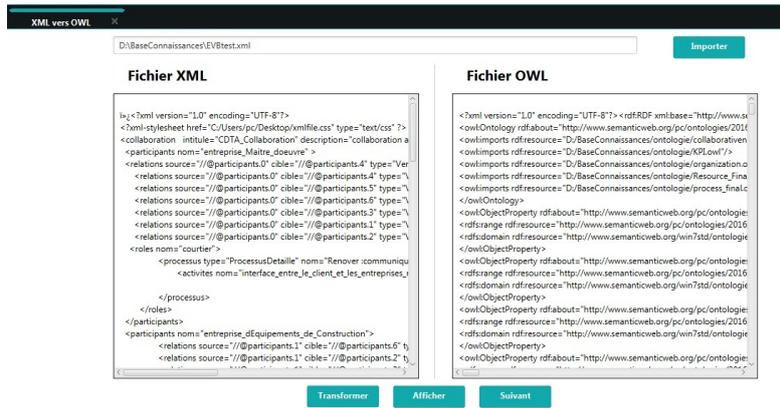


FIGURE 7.19 – Transformation XSLT

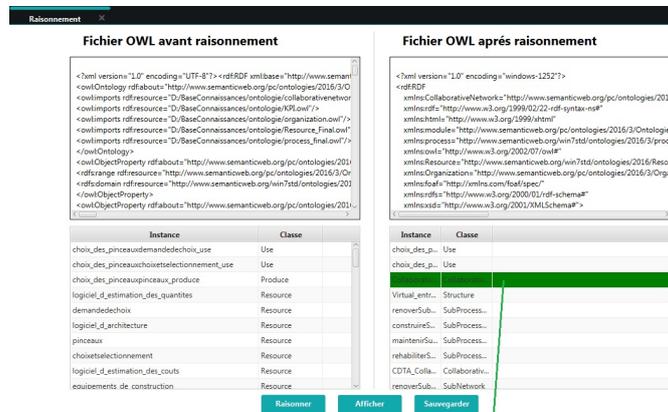


FIGURE 7.20 – Execution des règles de déduction

7.7.3 Application d'un exemple de règle de déduction

$$\begin{aligned}
 & \text{Activity}(b), \text{Activity}(a), \text{quantityresource}(r, \text{val3}), \\
 & \text{Userresource}(A, R) \text{quantityresourceused}(a, \text{vala}) \\
 & \rightarrow \text{Userresource}(B, R) \text{quantityResourceUsed}(b, \text{val2}) \\
 & \text{somme}(\text{vala}, \text{val2}, s) \text{inf}(\text{vals}, s)
 \end{aligned} \tag{7.1}$$

Dans l'exemple (7.1), nous avons deux activités a et b (achat de matériaux de construction et achat de peinture, respectivement). Ces deux activités nécessitent une ressource financière. Par exemple, l'achat de matériaux de construction nécessite $\text{vala} = 600$ DA et l'achat de peinture nécessite $\text{val2} = 500$ DA mais nous n'avons $\text{vals} = 800$ DA comme ressource.

Si nous satisfaisons la demande de la première activité, la seconde ne pourra pas être exécutée car :

$$\text{vala} + \text{valb} < \text{vals} \tag{7.2}$$

Lors de l'application de la règle (7.2), le système détecte une dépendance entre les deux activités.

7.7.4 Modélisation du processus collaboratif

À ce stade, les connaissances collaboratives sont extraites de la base de connaissances et discutées entre partenaires afin de concevoir le modèle de processus collaboratif.

Une fois que les éléments indésirables ont été supprimés du processus collaboratif, les passerelles et les événements seront générés. À partir du processus

Chapitre 7. Notre Prototypé technique

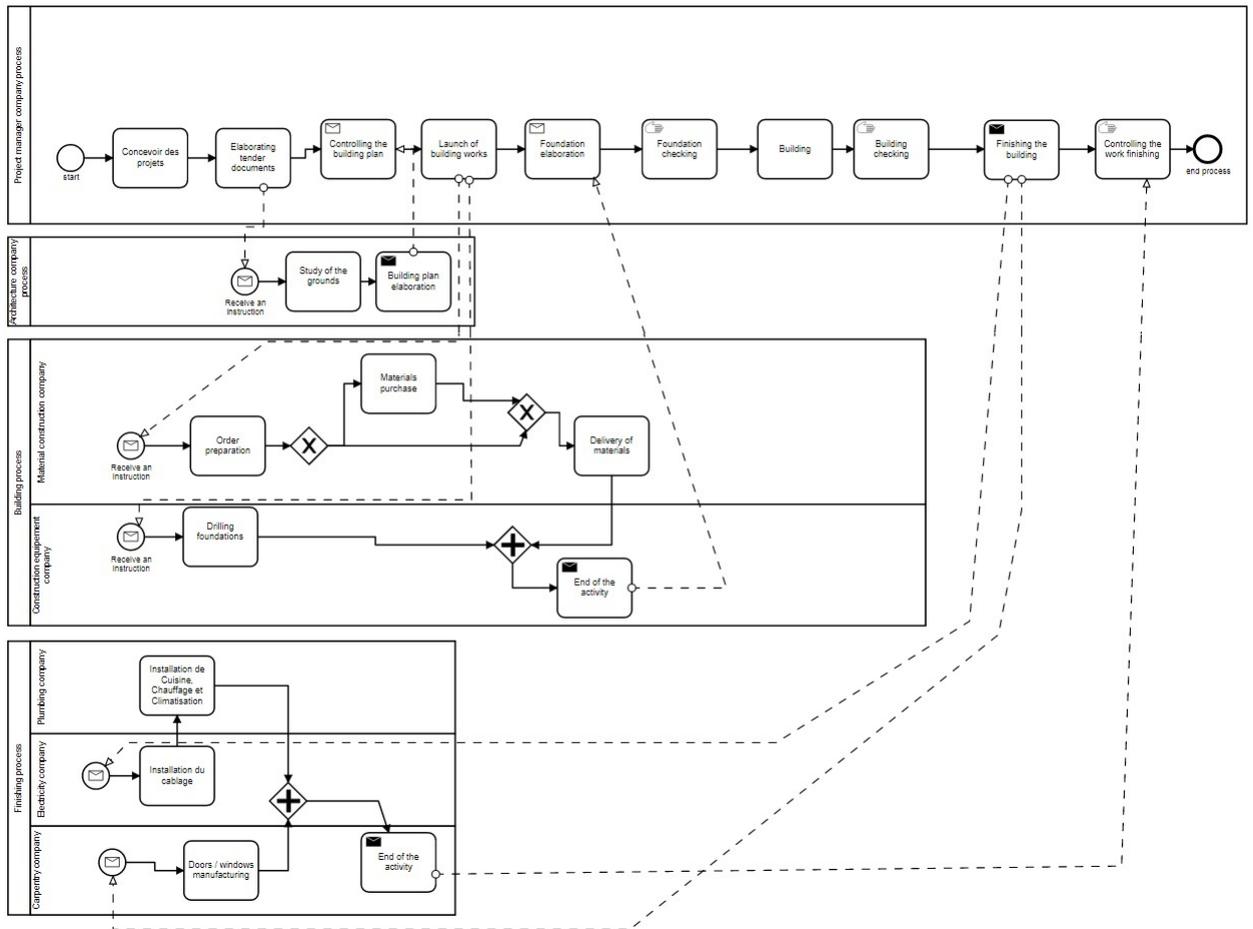


FIGURE 7.21 – Le modèle BPMN

collaboratif final validé, une transformation ATL est effectuée pour obtenir le processus collaboratif BPMN, comme illustré à la Figure 7.21.

7.8 CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons présenté le prototype technique semi-automatique développé pour la modélisation du processus collaboratif inter-organisationnel. Ce dernier est basé sur la gestion des connaissances.

L'outil est composé de trois sous systèmes principaux : sous-système de collecte de connaissances, le sous-système pour la représentation et le raisonnement des connaissances et le sous-système permettant la modélisation de processus collaboratifs.

La collecte de connaissances concerne l'acquisition de connaissances implicites exprimées par des partenaires sur la base de leurs expériences et perspectives. Nous avons développé l'éditeur de modèles de collaboration EMC pour faciliter l'acquisition de connaissances et formaliser ces connaissances.

La représentation des connaissances et le raisonnement constituent la partie la plus importante du système car elle traite la transformation des connaissances sur la collaboration en un processus collaboratif. Nous utilisons une approche basée sur une ontologie modulaire de collaboration inter-organisationnelle CollabOnto comme un moyen d'accomplir cette deuxième partie. La base de connaissances BC a été développée sur la base cette ontologie permettant de déduire des modèles de collaboration.

La modélisation du processus collaboratifs concerne l'extraction de connaissances relatives au processus collaboratif ainsi que la construction du modèle de processus collaboratif BPMN à partir des connaissances extraites. Pour le faire, nous avons implémenté plusieurs technologies et outils. L'extraction des connaissances sur le processus collaboratif à partir de la base de connaissance

se fait via des requêtes SPARQL. Cette connaissance extraite est organisée sous la forme d'un modèle de processus collaboratif et elle est visualisée avec l'éditeur de modèles de processus collaboratif EMPC. Les concepts complémentaires (vérification et générations de passerelles et d'événements) sont également nécessaires dans cette fonctionnalité. Même si les passerelles et les événements sont générés automatiquement, nous devons vérifier à nouveau le résultat généré afin de nous assurer que le modèle de processus collaboratif est correct. Ce modèle de processus collaboratif est orienté BPMN mais n'est pas encore conforme à la spécification BPMN. La transformation ATL est introduite pour résoudre ce problème. Le processus BPMN est visualisé avec le visualiseur de processus conforme à BPMN le BPMN-EMPC.

De nombreuses technologies ont été intégrées pour construire le prototype, par exemple GMF, Protégé, SWRL Editor, SPARQL, XSLT et ATL. Ils ont tous été implémentés sur la plateforme Eclipse basée sur Java.

Le prototype a été développé sous les hypothèses discutées dans cette thèse et fournit un modèle BPMN de processus collaboratif inter-organisationnel validé par l'ensemble des partenaires de la collaboration.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

DANS le cadre de cette thèse, nous avons mené un ensemble de travaux de recherche autour du thème de la collaboration inter-organisationnelle. Nous avons ainsi proposé des solutions dans différentes problématiques afférents à ce thème. 1) Dans le contexte de la caractérisation du réseau de la collaboration inter-organisationnelle nous avons proposé un méta-modèle de réseau de collaboration modélisant ce dernier de la façon la plus générique possible. Le but de cette phase est de faciliter la collecte et l'organisation des connaissances sur la collaboration inter-organisationnelle auprès des partenaires et du réseau de la collaboration pour cela un éditeur graphique de modèle de collaboration a été conçu sur la base de notre méta-modèle. 2) Dans le contexte de définition d'un processus collaboratif en se basant sur notre caractérisation de la collaboration, BPMN a été choisi comme formalisme de modélisation du processus collaboratif car il couvre à la fois les aspects organisationnels, les aspects informationnels et métier. Un méta-modèle de processus collaboratif a été conçu pour modéliser ce dernier de la façon la plus générique que possible. Sur la base de ce méta-modèle un éditeur graphique de modèle de processus collaboratif a été réalisé. 3) Pour traduire les modèles de collaboration en des processus collaboratifs inter-organisationnels un système de gestion de connaissance collaboratifs a été conçu. Ce dernier permet le sto-

ckage des connaissances dans une base de connaissances puis appliquer des règles d'inférences sur ces dernières afin de déduire le processus collaboratif inter-organisationnel. Ce système de gestion de connaissance est basé sur une ontologie modulaire de la collaboration inter-organisationnelle couvrant au maximum le domaine.

Un prototype technique semi-automatique a été conçu et implémenté. Ce dernier est composé : 1) d'un sous-système de collecte et de caractérisation des connaissances concernant les partenaires et le réseau de collaboration. Un éditeur graphique de modèle de collaboration a été implémenté pour le faire ; 2) d'un sous-système de stockage des instances de collaboration dans une base de connaissance et la déduction de celles concernant le processus collaboratif. La base de connaissance a été implémentée en se basant sur notre ontologie modulaire de collaboration afin de stocker les instances et effectuer les déductions ; 3) d'un sous-système permettant l'extraction des connaissances spécifiques au processus collaboratif via des requêtes. La connaissance extraite est organisée sous la forme d'un modèle de processus collaboratif visualisée avec l'éditeur de modèle de processus collaboratif afin de permettre aux partenaires de raffiner ce dernier et de l'adapter au maximum à leur objectif commun de collaboration. La fonctionnalité de construction de BPMN se concentre sur la représentation du modèle de processus collaboratif obtenu à partir de la fonctionnalité précédente sous la forme d'un modèle BPMN. La transformation ATL est introduite pour traiter ce problème. Le processus BPMN réel est visualisé avec notre éditeur graphique.

Pour l'ensemble de ces travaux, un ensemble de points devraient être étudiés en vue de proposer d'éventuelles améliorations :

- Test et validation : jusqu'alors notre système a été testé en utilisant des instances du MIT Process Handbook et des cas de collaboration plus au moins complexes. Dans un travail futur il serait intéressant de le tester avec un nombre plus important d'organisations.
- Amélioration du prototype technique : d'un point de vue pratique il serait intéressant de passer d'une solution desktop à une solution web permettant d'augmenter le nombre d'organisations à pouvoir s'impliquer dans notre système.
- Mise en place sur le Cloud du CDTA : actuellement la solution est hébergée dans un serveur au niveau de l'équipe SIA (solution labo). Pour le passage à un niveau plus élevé et permettre l'accès à cette dernière pour les différentes organisations nous préconisons un passage graduel de la plateforme collaborative conçu dans le cadre du Projet de recherche CIO-WF sur le Cloud privé du CDTA.
- Vérification du processus collaboratif : un travail est lancé pour assurer la transformation du modèle BPMN du processus collaboratif en un modèle Petri net en passant par XPD L et cela afin de pouvoir le vérifier via model-checking avant son exécution sur le Cloud privé du CDTA.

Troisième partie

Annexes

RÈGLES D'INFÉRENCE

A

A.1 MODÈLE, MÉTA-MODÈLE, ONTOLOGIE, META-ONTOLOGIE

A.2 MODÈLE

Un modèle est une représentation externe et explicite d'une partie de la réalité telle qu'elle est vue par les personnes qui souhaitent utiliser ce modèle pour explorer conceptualiser ou transformer une partie de la réalité. Une représentation externe parce qu'elle est représentée à l'aide d'un papier, tableau blanc ou diagrammes ou ordinateur. Elle est explicite parce qu'elle est caractérisée de manière explicite. Quelle que soit l'approche suivie, les activités de la modélisation restent inchangées.

A.3 MODÈLE-MODÈLE

Un Méta-modèle est lui-même un modèle qui est utilisé pour décrire un autre modèle en utilisant un langage de modélisation. Le terme méta (derrière ou au-dessus) est alors relatif. Il est important de noter qu'un méta-modèle est un modèle à un différent niveau d'abstraction qui définit (déclare) la structure d'un autre modèle ou tout un ensemble de modèles, sans définir leur contenu. Les modèles créés à partir du même méta-modèle peuvent être facilement échangés entre les outils qui implémentent le même méta-modèle.

A.4 ONTOLOGIE

Une ontologie est une spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée. Etant donné que les concepts sont des abstractions et jouent un rôle important dans les modèles, une ontologie est certainement un type particulier de modèle. Une importante propriété des ontologies est la 'open-world assumption'. Elle stipule, intuitivement, que tout ce qui n'est pas explicitement exprimé par l'ontologie est inconnu. De ce fait, les ontologies utilisent une forme de description partielle ou sous-spécification comme un moyen important d'abstraction. [56] Si un modèle est une abstraction de la réalité pour un certain objectif, l'ontologie est un modèle particulier. La plupart des modèles utilisés dans la conception et le développement de logiciels sont de nature prescriptive dans le sens qu'ils forment le modèles à partir duquel le système est implémenté ultérieurement, les ontologies en revanche à cause de leur 'open world assumption', sont considérées comme des modèles descriptifs. Deux différents systèmes peuvent satisfaire une ontologie s'ils diffèrent dans des domaines qui ne sont pas explicitement mentionnés dans l'ontologie

A.5 MÉTA-ONTOLOGIE

Une Méta-ontologie est une ontologie de haut niveau, utilisée pour définir le méta-domaine, en d'autre terme, les concepts communs à tous les domaines impliqués [57], c'est le méta-modèle pour l'ontologie de domaine. Les stéréotypes liés aux éléments d'une ontologie de domaine expriment une instantiation des concepts de l'ontologie métamodel[58] La méta-ontologie aide

l'ingénieur du domaine à développer les ontologies du domaine. Bien que le traitement sémantique est possible à un certain degré, l'effort de mapping d'un élément de (méta-) modèle vers la méta-ontologie ou d'un modèle vers l'ontologie reste une activité humaine du fait que seul l'humain peut comprendre le sens d'un modèle et d'un méta-modèle. Cependant, une aide à la programmation du mapping est possible en utilisant les combinaisons de relations entre méta-ontologie, l'ontologie comme son instantiation et le mapping à partir d'un méta-modèle vers la méta-ontologie.

LES RÈGLES DE TRANSFORMATION ATL **B**

UML permet de modéliser le processus en couvrant les aspects organisationnels (acteurs), fonctionnels (les flux d'information) et opérationnels. Mais ne couvre pas l'aspect comportemental du processus. Par contre BPMN possède une connexion directe avec un langage d'exécution (BPEL).

BPMN est un langage semi-formel destiné à la modélisation de processus. Il est défini par le BPMI5 (Business Process Management Initiative) [60]. BPMI a été créé pour promouvoir et développer l'utilisation de Business Process Management (BPM) grâce à l'utilisation de normes pour la conception, le déploiement, l'exécution, la maintenance et l'optimisation des processus.

L'objectif de BPMN est de fournir une notation explicite, facile à utiliser et compréhensible, pour les processus métier. Ainsi, BPMN comble le fossé entre la conception du processus et la mise en œuvre du processus. Un autre objectif de conception de BPMN est sa compatibilité avec les langages d'exécution des processus tels que BPEL. En effet, BPMN a non seulement été conçu pour être un formalisme de modélisation pour capitaliser les connaissances, mais également un pont pour les processus d'exécution automatisés (sous BPEL) via le moteur BPMS (Business Process Management System). Vu que la conception des processus métier est un domaine complexe, BPMN couvre une variété de techniques de modélisation différentes et permet la création de processus métier de bout en bout [61].

Atlas Transformation Language (ATL) est un langage de transformation de modèles accompagné d'une boîte à outils (toolkit), initialement proposé par le groupe de recherche ATLAS INRIA et LINA. Dans le domaine de l'ingénierie dirigée par les modèles (IDM) ATL fournit aux développeurs un moyen de

spécifier la façon de produire un certain nombre de modèles cibles à partir d'un ensemble de modèles sources [62].

Le langage ATL est hybride regroupe à la fois les paradigmes de programmations déclaratives et impératives. La partie déclarative permet de faire correspondre directement un élément du méta-modèle source de la transformation avec un élément du méta-modèle cible de la transformation.

La partie impérative d'ATL complète ces correspondances directes entre éléments. Elle comporte des déclarations conditionnelles, des déclarations de variable, des déclarations de boucle, etc. Il définit deux types de règles de transformation : **les règles déclaratives** (Permettent de faire correspondre certains éléments du modèle source et de générer à partir de ces éléments certains éléments du modèle cible) et **les règles appelées** (Permettent de créer explicitement un ensemble d'éléments du modèle cible à partir de code impératif).

La transformation de modèles UML en modèle BPMN nécessite l'identification d'un certain nombre de règles. Ces règles décrivent comment transformer un concept source vers un concept cible. Les règles ont été définies avec ATL (Atlas Transformation Language).

B.1 RÈGLE R1 :«SUBPROCESS» - «SUBCOLLABORATIVEPROCESS»

Le sous Processus (SubProcess) est une partie du processus collaboratif. Il est équivalent au sous processus collaboratif du modèle BPMN. Cette règle

transforme le Sous Processus(SubProcess) en Sous Processus Collaboratif (SubCollaborativeProcess). (Figure B.1)

```

-- @pathbpmn=/TransformationUML2BPMN/MetaModel/BPMNprocess1.ecore
-- @path XML=/TransformationUML2BPMN/MetaModel/collaboration(1)..ecore

--Déclaration du Méta-modèle
module TransformationUML2BPMN;
create OUT : bpmn from IN : XML;

--Règle de Transformation
Rule GenerateSubCollaborativeProcess{
from x:XML!SubProcess
to y:bpmn!SubCollaborativeProcess(

    id<- x.Id,
    name<- x.name,
    subGoal<- x.hasSubGoal,
    subCoordinator<- x.SPC,
    subProcessDependancies<- x.SPD,
    partenerPool<- x.participants
)
}

```

FIGURE B.1 – Description de la Règle 1 de transformation en ATL

En ATL une transformation s'appelle module. Le mot-clé OUT indique le métamodèle cible BPMN. Le mot clé IN indique le méta-modèle source (UML). La règle (GenerateSubCollaborativeProcess) est déclarative. L'élément SubProcess du méta-modèle source va être transformé vers l'élément SubCollaborativeProcess du méta-modèle cible. L'opérateur de liaison est précisé, les attributs id, name de la nouvelle classe vont être égaux au Id, name de la classe source. L'élément SubCollaborativeProcess du modèle cible (BPMN) est définie par des liaisons avec d'autres éléments comme les dépendances de ressources (SubProcessdependencies), sous objectif (SubGoal), sous Coordinateur (SubCoordinator) et Partenaire Pool (PartenerPool). Ces liaisons doivent être initialisées par les liaisons qui correspondent dans le modèle source.

B.2 RÈGLE2 : «PARTICIPANT» -«PARTENERPOOL»

Un participant est une organisation qui a des compétences pour participer à la collaboration. En BPMN un participant est représenté par un pool. Delà cette règle transforme un participant(Participant) en Partenaire Pool(PartenerPool). (Figure B.2)

```

Rule GenerateParticipant{
from x:XML!Participant
to y:bpmn!PartenerPool (

id<- x.Id,
name<- x.name,
BusinessSector<- x.BusinessSector,
Constitution <- x.type_constitution,
Type_Organisation<- x.type_organisation,
Business <- x.business,
Adress<- x.Address,
Taille <- x.taille,
partenerLane<- x.Roles,
hasrelationship<- x.participateinrelationship

)}

```

FIGURE B.2 – Description de la Règle 2 de transformation en ATL

La règle (GenerateParticipant) est déclarative. L'élément Participant du méta-modèle source va être transformé en un élément PartenerPool du méta-modèle cible. Toutes les caractéristiques nécessaires vont être affectées à l'élémentPartenerPool.

B.3 RÈGLE R₃ :«ROLE» - «PARTENERLANE»

Un rôle (Role)est la mission confiée à un participant dans un sous proces-

sus. Selon le formalisme BPMN, un lane est une subdivision d'un pool qui représente le rôle du participant. De ce fait, cette règle transforme le rôle du participant(Role) en Partenaire Lane (PartenerLane).(Figure B.3)

```

Rule GenerateRole{
  from x:XML!Role
  to y:bpmn!PartenerLane (

  id<- x.Id,
  name_Role<- x.name,
  description_Role<- x.description,
  detailedProcess<- x.HasDetailedProcess,
  abstractProcess<- x.hasAbstractProcess,
  relationship<- x.relationship

  )}

```

FIGURE B.3 – Description de la Règle 3 de transformation en ATL

La règle GenerateRole transforme l'élément Role du méta modèle source en élément PartenerLane du meta modèle BPMN. Elle permet respectivement de déduire à partir du modèle UML de processus collaboratif l'identifiant de l'élément Partenaire Pool, son nom et sa description dans le modèle BPMN.

B.4 RÈGLE R4 :«PROCESSCOORDINATOR» - «COORDINATOR»

1 Cette règle transforme le coordinateur du processus collaboratif (ProcessCoordinator)du modèle UML en coordinateur de processus collaboratif (Coordinator) du modèle BPMN.(Figure B.4).

La règle (GenerateCoordinator) est déclarative elle vise à créer un Coordinator dans le modèle cible à partir de l'élément UML ProcessCoordinator. Nous précisons ensuite en utilisant l'opérateur de liaison, que les attributs id,

```

Rule GenerateCoordinator {
from x:XML!ProcessCoordinator
to y:bpmn!Coordinator (

    id<- x.Id,
    name<- x.Name,
    adress<- x.Address,
    subProcessDependancies<- x.hasSubPrprocessDependencies

)}

```

FIGURE B.4 – Description de la Règle 4 de transformation en ATL

name, adress de la nouvelle classe vont être égal au Id, name, Address de la classe source. La liaison dépendance de sous processus (SubProcessdependencies) sera initialisée par la liaison hasSubPrprocessDependencies pour spécifier les dépendances de ressources de sous processus collaboratifs qui sont gérées par le Coordinateur.

B.5 RÈGLE R₅ :«SUBPROCESSCOORDINATOR» - «SUBCOORDINATOR»

Cette règle concerne la déduction de l'élément Sous Coordinateur (SubCoordinator) du modèle BPMN à partir de l'élément coordinateur du sous processus (SubProcessCoordinator) du modèle UML du processus collaboratif. (Figure B.5).

L'élément SubCoordinator (Sous Coordinateur) du métamodèle BPMN du processus collaboratif est déduit directement à partir de l'élément SubProcessCoordinator du modèle source UML. La liaison dépendance de ressource (resourcedependancies) sera initialisée par la liaison hasResourceDependencies

```

Rule GenerateSubCoordinator{
from x:XML!SubProcessCoordinator
to y:bpmn!SubCoordinator (

    id<-x.Id,
    name<-x.name,
    adress<-x.Address,
    ressourceDependencies<-x.hasResourceDependencies

)}
    
```

FIGURE B.5 – Description de la Règle 5 de transformation en ATL

pour spécifier les dépendances de ressources qui sont gérées par le Sous Coordinateur.

B.6 RÈGLE R6 :«COMMUNGOAL» - «COMMUNGOAL»

La règle GenerateCommunGoal transforme l'élément objectif commun de processus collaboratif (CommunGoal) de modèle UML en élément objectif commun de processus collaboratif du modèle BPMN.(Figure B.6).

```

Rule GenerateSubGoal{
from x:XML!SubGoal
to y:bpmn!SubGoal(

    id<- x.Id,
    name<- x.name
)}

Rule GenerateCommunGoal{
from x:XML!CommunGoal
to y:bpmn!CommonGoal(

    id<- x.Id,
    description<- x.Description,
    type_But<- x.Type,
    subGoal<- x.SubGoals
)}
    
```

FIGURE B.6 – Description des Règle 6 et 7 de transformation en ATL

B.7 RÈGLE R7 :«SUBGOAL» - «SUBGOAL»

L'élément sous objectif (SubGoal) du sous processus collaboratif est déduit directement à partir de l'élément sous objectif de modèle UML avec la règle GenerateSubGoal.(Figure B.6).

B.8 RÈGLE R8 :«ABSTRACTPROCESS»- «ABSTRACTPROCESS»

La règle GenerateAbstractProcess est déclarative elle vise à créer l'élément processus abstrait (AbstractProcess) du modèle cible à partir de l'élément UML AbstractProcess. L'opérateur de liaison, que les attributs id, name de la nouvelle classe vont être égaux aux Id, name de la classe source et les liaisons ressource,exception,RessourceDependancies vont être égaux aux hasResource, hasException,hasResourceDependencies.(Figure B.7).

```

Rule GenerateAbstractProcess {
  from x:XML!AbstractProcess
  to y:bpmn!AbstractProcess (

  id<- x.Id,
  name<- x.name,
  ressource<- x.hasResource,
  exception<- x.hasException,
  RessourceDependancies<- x.hasResourceDependencies
  )}

```

FIGURE B.7 – Description de la Règle 8 de transformation en ATL

B.9 RÈGLE R9 :«DETAILEDPROCESS»- «DETAILEDPROCESS»

Cette règle (GenerateDetailedProcess) transforme l'élément processus dé-

taillé (DetailedProcess) du modèle UML en élément processus détaillé (DetailedProcess) du modèle BPMN. Les caractéristiques id, Scenario et les liaisons Activity, Event, Gateway sont déduit directement à partir de l'élément source.(Figure B.8).

```

Rule GenerateDetailedProcess {
  from x:XML!DetailedProcess
  to y:bpmn!DetailedProcess (

    id<- x.Id,
    Scenario <- x.senario,
    Activity<- x.activities,
    Event <- x.events,
    Gateway <- x.gateway
  )}

```

FIGURE B.8 – Description de la Règle 9 de transformation en ATL

B.10 RÈGLE R10 : « ACTIVITY »- « ACTIVITY»

Le concept activité du modèle UML se transforme directement vers le concept activité en BPMN.(Figure B.9).

Cette règle GenerateActivity transforme l'élément Activity du méta modèle source en élément Activity du méta modèle cible. Nous précisons ensuite en utilisant l'opérateur de liaison, que les attributs id-Act, description-Act, Type-Act, Start-Date, End-Date de la nouvelle classe vont être égaux aux Id, description, Type, dateDebut, DateFinde la classe source. Les liaisons de l'élément Activity de modèle cible (BPMN)Task, relationActivity, Exception, sequence-Flow et RessourceDependancies doivent être initialisées par les liaisons Tasks, relationActivity, Exceptions, transition, hasresourceDependencies de modèle

```

Rule GenerateActivity {
from x:XML!Activity
to y:bpmn!Activity (

id_Act<- x.Id,
description_Act<- x.description,
Type_Act<- x.Type,
Start_Date<- x.dateDebut,
End_Date<- x.DateFin,
Task<- x.Tasks,
relationActivity<- x.relationActivity,
ressource<- x.hasResource->select(e|e.oc1IsTypeOf(XML!Resource))
->select(e|e.Type=#Financialore.Type=#Humain
Or e.Type=#Methodsore.Type=#Softwareore.Type=#Hardware),
data<- x.hasResource->select(e|e.oc1IsTypeOf(XML!Resource))
->select(e|e.Type=#Information),
Exception <- x.Exceptions,
sequenceFlow<- x.transition,
RessourceDependancies< -x.hasresourceDependancies

)}

```

FIGURE B.9 – Description de la Règle 10 de transformation en ATL

source. La liaison ressource est initialisée par la liaison hasResource tel que on cherche une instance de l'élément Ressource de Type matérielle ou financière ou méthode ou humaine ou logicielle et non informationnelle. Cependant, la liaison data est initialisée par la liaison hasResource tel que on cherche une instance de l'élément Ressource uniquement de Type informationnelle.

B.11 RÈGLE R11 :«TASK» - «TASK»

Une tâche est le plus petit élément de décomposition d'une activité. En BPMN une activité peut être une tâche si elle est élémentaire. Cette règle transforme l'élément tâche (Task) du modèle UML en l'élément tâche (Task) du mo-

```

Rule GenerateTask{
  from x:XML!Task
  to   y:bpmn!Task (

  id_task<-x.Id,
  description_Task<-x.name,
  type<-x.type_task
  )}

```

FIGURE B.10 – Description de la Règle 11 de transformation en ATL

dèle BPMN.(Figure B.10). En définissant la règle GenerateTask, l'élément du modèle cible tâche (Task) est déduit par correspondance directe d'éléments du modèle source tâche (Task).

B.12 RÈGLE R12 :«EVENT ET EVENT.EFFET= DÉCLENCHEUR» - «STARTEVENT»

Cette règle transforme un évènement à effet déclencheur en un évènement de début (StartEvent).(Figure B.11).

La règle (GenerateStartEvent) cherche les éléments Event du modèle source qui ont un effet Déclencheur. On précise ensuite en utilisant l'opérateur de liaison, que les attributs id-Event, name de la nouvelle classe vont être égaux aux Id, name de la classe source. Pour déduire le type de l'évènement on fait appel à `helperGetType()`. Dans le contexte d'ATL, ces méthodes sont appelées helpers. Les helpers servent à éviter la redondance de code et la création de

```

Helper context XML!Event def:isTriggerEvent():Boolean=

    if (self.effet=#Dechlencheur) then true
    else false
    endif

;
Helper context XML!Eventdef: getType():String=
if self.type=#Externe then 'MessageEvent'
  else if self.type=#Temporaire then 'TimerEvent'
    else if self.type=#Interne then 'None'
      else OclUndefined
    endif
  endif
endif
;
Rule GenerateStartEvent{
from x:XML!Event (x.oclIsTypeOf(XML!Event) and x.isTriggerEvent())
to y:bpmn!StartEvent (

    name<- x.name,
    type<- x.getType(),
    id_Event<- x.Id,
    EventActivity<- x.declencheActivity
)}
    
```

FIGURE B.11 – Description de la Règle 12 de transformation en ATL

grandes expressions dans une règle. Ceci induit aussi une meilleure lisibilité des programmes ATL.

B.13 RÈGLE R₁₃ : «EVENT ET EVENT.EFFET = MODIFICATEUR»- «INTERMEDIATEEVENT»

Cette règle transforme un évènement à effet modificateur en un évènement intermédiaire (IntermediateEvent).(Figure B.12).

La règle GenerateIntermediateEvent cherche l'élément Event d'un effet Modificateur du modèle source pour le transformer en élément IntermediateEvent du modèle cible BPMN. Les attributs du modèle BPMN id-Event, name sont

```

Helper context XML!Event def:isModifierEvent():Boolean=
  If self.effet=#Modificateur then true
  Else false
  endif
;
Helper context XML!Event def: getType2():String=
  if (self.effet=#Modificateur and self.type=#Externe) then 'MessageEvent'
  else if (self.effet=#Modificateur and self.type=#Temporaire) then
    'TimerEvent'
  Else OclUndefined
  endif
endif
;
Rule GenerateIntermediateEvent{
from x:XML!Event(x.oclIsTypeOf (XML!Event) and x.isModifierEvent())
to y:bpmn!IntermediateEvent(

  id_Event<- x.Id,
  name<- x.name,
  type<- x.getType2(),
  EventActivity<- x.declencheActivity
)}

```

FIGURE B.12 – Description de la Règle 13 de transformation en ATL

déduits directement, alors que l'attribut type est déduit par le helper `getType2()`. La liaison `EventActivity` est initialisée par `declencheActivity` pour spécifier l'activité concernée par l'évènement intermédiaire.

B.14 RÈGLE R14 :«EVENT ET EVENT.EFFET = INTERRUPTEUR»-«ENDEVENT»

Cette règle transforme un évènement à effet interrupteur en un évènement de fin(`EndEvent`). (Figure B.13). Comme nous pouvons le remarquer, l'élément cible `EndEvent` est déduit par la transformation de l'élément `Event` où la valeur de l'attribut effet est égale à `Interrupteur`. Les attributs de modèle BPMN `id-Event`, `name` sont affecté directement, alors que l'attribut type est déduit par le

```

Helper context XML!Event def:isInterruptEvent():Boolean=
if (self.effet=#Interrupteur and self.type=#Interne) then true
  else false
endif
;

Helper context XML!Eventdef: getType3():String=
If self.type=#Interne then 'EndEvent'
Else 'None'
endif
;

Rule GenerateEndEvent{
from x:XML!Event(x.oc1IsTypeOf(XML!Event) and x.isInterruptEvent() )
to y:bpmn!EndEvent (

name<- x.name,
type<- x.getType3(),
id_Event<- x.Id,
EventActivity<- x.declencheActivity

```

FIGURE B.13 – Description de la Règle 14 de transformation en ATL

helpergetType3()). La liaison EventActivity est initialisée par declencheActivity pour spécifier l'activité concernée par l'évènement interrupteur.

B.15 RÈGLE R15 :«TRANSITION»-«SEQUENCEFLOW»

Une transition est un point dans l'exécution d'une instance de processus où une activité se termine et une autre démarre. Il matérialise le passage d'une activité vers une autre. Le SequenceFlow décrit la séquence d'activités les unes par rapport aux autres. Cette règle transforme donc la Transition en SequenceFlow.(Figure B.14).

La règle (GenerateSequenceFlow) est déclarative. Elle transforme l'élément Transition du modèle source en élément SequenceFlow du modèle cible BPMN. Les liaisons debut et fin qui spécifient l'activité du modèle source sont affectées

```

Rule GenerateSequenceFlow{
from x:XML!Transition
to y:bpmn!SequenceFlow (

    id_SF<-x.Id,
    Expression <-x.name,
    sourceReff<-x.debut,
    targetReff<-x.fin,
    source<-x.source,
    target<-x.target

)}}

```

FIGURE B.14 – Description de la Règle 15 de transformation en ATL

aux liaisons `sourceReff` et `targetReff` du modèle cible. Les liaisons source et target au Gateway sont déduits directement.

B.16 RÈGLE R16 : «GATEWAY» - «GATEWAY»

Les gateways servent à contrôler le `SequenceFlow` du processus. Cette règle `GenerateGateway` transforme l'élément Gateway qui peut être de type exclusive basé sur les données (exclusive basé sur les données) ou inclusive ou parallèle en élément Gateway selon le type qui correspond.(Figure B.15).

```

Rule GenerateGateway{
from x:XML!Gateway
to y:bpmn!Gateway(

    id_GW<-x.Id,
    Type<-x.Type,
    sequenceFlow<-x.transition

)}}

```

FIGURE B.15 – Description de la Règle 16 de transformation en ATL

B.17 RÈGLE R17 :«RESSOURCE ET RESSOURCE.TYPE DIF INFORMATIONNELLE »-«RESSOURCE»

La règle GenerateRessource transforme chaque Resource de type matérielle, financière, méthode, humaine, logicielle et non informationnelle en un Resource. Nous déclarons donc un helper (isNotInformationType()) pour vérifier si l'élément Resource du modèle source répond à ces conditions puis on déduit par correspondance directe les caractéristiques du modèle cible (BPMN). (Figure B.16).

```

Helper context XML!Resource def:isNotInformationType():Boolean=
If self.Type=#Financial or self.Type=#Humain or
self.Type=#Methodes
    Or self.Type=#Software or self.Type=#Hardware
Then true
Else false
endif
;
Rule GenerateRessource{
from x:XML!Resource(x.isNotInformationType())
to y:bpmn!Ressource(

id_Res<- x.Id,
reutilisability<- x.reutilisabilte,
Availability<- x.Disponibilite,
type_Res<- x.Type,
nature<- x.nature,
description<- x.description,
Capacity<- x.Capacity,
Quantitv<- x.quantitv)}

```

FIGURE B.16 – Description de la Règle 17 de transformation en ATL

B.18 RÈGLE R18 : «RESSOURCE ET RESSOURCE. TYPE =INFORMATIONNELLE»- >«DATA »

L'élément Data est déduit à partir d'un élément Ressource de type informationnel. Cette règle (GenerateData) permet de transformer chaque élément Ressource de type informationnel en élément Data.(Figure B.17).

```

Helper context XML!Resource def:isInformationType():Boolean=
If self.Type=#Information then true
  Else false
endif
;
Rule GenerateData{
from x:XML!Resource(x.isInformationType())
to y:bpmn!Data(

id_Data<-x.Id,
name<-x.description

)}

```

FIGURE B.17 – Description de la Règle 18 de transformation en ATL

B.19 RÈGLE R19 : «SUBPROCESSDEPENDENCIES» - «SUBPROCESSDEPENDENCIES»

Les dépendances de ressources (SubProcessdependencies) entre les sous processus collaboratifs. Elle correspond à l'utilisation de la même ressource par deux activités dans deux sous processus collaboratifs différents. Cet élément

```

Rule GenerateSubProcessDependencies{
  from x:XML!SubProcessdependencies
  to   y:bpmn!SubProcessDependencies(
    id_SubPro<-x.Id,
    ressource<-x.useResource
  )}

```

FIGURE B.18 – Description de la Règle 19 de transformation en ATL

est déduit directement à partir du modèle source SubProcessdependencies, en spécifiant la ressource qui est en dépendance.(Figure B.18).

B.20 RÈGLE R20 : «RESOURCEDEPENDENCIES» - «RESOURCEDEPENDENCIES»

Une dépendance de ressource (ResourceDependencies) correspond à l'utilisation de la même ressource entre deux activités. Delà cette règle transforme directement l'élément ResourceDependencies du modèle UML en ResourceDependencies du modèle BPMN.(Figure B.19).

```

Rule GenerateRessourceDependancies{
  from x:XML!ResourceDependencies
  to   y:bpmn!RessourceDependencies(
    id_RD<- x.Id,
    ressource<- x.hasresource
  )}

```

FIGURE B.19 – Description de la Règle 20 de transformation en ATL

B.21 RÈGLE R21 :«EXCEPTION»- «EXCEPTION»

L'exception dans le modèle UML est équivalent à l'exception dans le modèle BPMN. (Figure B.20).

```

Rule GenerateException{
from x:XML!Exception
to y:bpmn!Exception (

    id_Exp<-x.Id,
    name_Exp<-x.name
)}

```

FIGURE B.20 – Description de la Règle 21 de transformation en ATL

Cette règle (GenerateException) transforme directement l'élément Exception du modèle source vers l'élément Exception du modèle cible.

B.22 RÈGLE R22 :«RELATIONSHIP»- «RELATIONSHIP»

Une relation(Relationship) est déduite directement de l'élément relation (Relationship) du modèle UML avec la règle suivante :(Figure B.21).

```

Rule GenerateRelationship{
from x:XML!Relationship
to y:bpmn!RelationShip(

id<-x.Id,
type<-x.Type,
source<-x.source,
target<-x.target
)}

```

FIGURE B.21 – Description de la Règle 22 de transformation en ATL

B.23 RÈGLE R23 :«TOPOLOGY»- «TOPOLOGY»

Cette règle transforme l'élément Topologie du modèle UML qui décrit l'ensemble des relations entre les participants en l'élément Topologie du modèle BPMN. (Figure B.22).

```
Rule GenerateTopologie{
from x:XML!Topologie
to y:bpmn!Topology(

id_Topologie<-x.id,
name<-x.name,
DecisionMaking<-x.DecisionMaking,
Duration_Type<-x.type,
BeginDuration<-x.begin_Duration,
End_Duration<-x.end_Duration,
hasRelationship<-x.hasRelationship

)}
}
```

FIGURE B.22 – Description de la Règle 23 de transformation en ATL

Les règles de transformation ATL présentées dans cette section nous permettons de transformer le modèle UML de processus collaboratif (qui représente l'entrée de notre démarche) en un modèle BPMN de processus collaborative inter-organisationnel.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Felipe F Oliveira, Julio CP Antunes, and Renata SS Guizzardi. Towards a collaboration ontology. In *Proc. of the Snd Brazilian Workshop on Ontologies and Metamodels for Software and Data Engineering*. João Pessoa, 2007.
- [2] Joël Plisson, Peter Ljubic, Igor Mozetic, and Nada Lavrac. An ontology for virtual organization breeding environments. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 37(6) :1327–1341, 2007.
- [3] Vatcharaphun Rajsiri, Jean-Pierre Lorré, Frederick Benaben, and Hervé Pingaud. Knowledge-based system for collaborative process specification. *Computers in Industry*, 61(2) :161–175, 2010.
- [4] Stefan Werner Knoll, Till Plumbaum, Jan Leif Hoffmann, and Ernesto William De Luca. Collaboration ontology : Applying collaboration knowledge to a generic group support system. In *Group Decision and Negotiation Meeting (GDN) 2010*, pages 12–26, 2010.
- [5] Saib Sara, BenMoussa Rachid, and Bengoud KENZA. Modeling of mediation system for enterprise systems collaboration through mda and soa approaches. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 54(3), 2013.
- [6] Matthieu Lauras, Frédérick Bénaben, Sébastien Truptil, Jacques Lamothe, Guillaume Macé-Ramète, and Aurélie Montarnal. A meta-ontology for knowledge acquisition and exploitation of collaborative social systems. In *Behavior, Economic and Social Computing (BESC), 2014 International Conference on*, pages 1–7. IEEE, 2014.
- [7] Wenxin Mu, Frédérick Bénaben, and Hervé Pingaud. Collaborative process cartography deduction based on collaborative ontology and model transformation. *Information Sciences*, 334 :83–102, 2016.
- [8] Jihed Touzi. *Aide à la conception de système d'information collaboratif, support de l'interopérabilité des entreprises*. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2007.

-
- [9] Khoutir Bouchbout, Jacky Akoka, and Zaia Alimazighi. Proposition of a generic metamodel for interorganizational business processes. In *Proceedings of the 6th International Workshop on Enterprise & Organizational Modeling and Simulation*, pages 42–56. CEUR-WS. org, 2010.
- [10] Sébastien Truptil. *Etude de l'approche de l'interopérabilité par médiation dans le cadre d'une dynamique de collaboration appliquée à la gestion de crise*. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2011.
- [11] Frédérick Bénaben. *Conception de Système d'Information de Médiation pour la prise en charge de l'Interopérabilité dans les Collaborations d'Organisations*. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2012.
- [12] IT Cisco. Article,(2012). court traité du design.
- [13] W Shim, Kang-hoe Kim, KH Kim, YH Moon, and Oh-Jin Kwon. Effect of inter-enterprise collaboration on the value of enterprise. In *Proceedings of the 2011 ACM Symposium on Research in Applied Computation*, pages 249–251. ACM, 2011.
- [14] Claude Ménard. *L'économie des organisations*. La découverte, 2012.
- [15] Gérard Charreaux and Jean-Pierre Pitol-Belin. Les théories des organisations. *L'Encyclopédie de gestion*. Paris : Vuibert, 1992.
- [16] Manish Parashar and James C Browne. Conceptual and implementation models for the grid. *Proceedings of the IEEE*, 93(3) :653–668, 2005.
- [17] John McAuley, Joanne Duberley, and Phil Johnson. *Organization theory : Challenges and perspectives*. Pearson Education, 2007.
- [18] Bernard Forgues, Marc Fréchet, and Emmanuel Josserand. Relations interorganisationnelles. *Revue française de gestion*, 164(5) :17–31, 2006.
- [19] Charles Fombrun and W Graham Astley. The telecommunications community : An institutional overview. *Journal of Communication*, 32(4) :56–67, 1982.
- [20] Barbara Gray. Collaborating : Finding common ground for multiparty problems. *NCJRS*, 1989.
- [21] Chris Huxham. *Creating collaborative advantage*. Sage, 1996.
- [22] Simon Pollard. Collaboration—the cure-all in new economy competitiveness. *AMR Research Report*, 2002.
- [23] Togar M Simatupang and Ramaswami Sridharan. The collaborative supply chain. *The international journal of logistics management*, 13(1) :15–30, 2002.

- [24] B Katzy, C Zhang, and H Löh. Reference models for virtual organizations (2005). *Virtual Organisations—Systems and Practices*. ISBN 0-387-23755-0. Springer, New York, pages 45–58, 2005.
- [25] LM Camarinha-Matos and H Afsarmanesh. Taxonomy of collaborative networks forms. *GloNet project, Draft Working Document*, 2012.
- [26] Benoit A Aubert, Aymeric Dussart, et al. *Systèmes d’information inter-organisationnels*. CIRANO, 2002.
- [27] Sodki Chaari. *Interconnexion des processus interentreprises : une approche orientée services*. PhD thesis, Thèse de Doctorat, INSA-Lyon, 2008.
- [28] Brahim Medjahed, Boualem Benatallah, Athman Bouguettaya, Anne HH Ngu, and Ahmed K Elmagarmid. Business-to-business interactions : issues and enabling technologies. *The VLDB journal*, 12(1) :59–85, 2003.
- [29] Christoph Bussler. The role of b2b protocols in inter-enterprise process execution. In *International Workshop on Technologies for E-Services*, pages 16–29. Springer, 2001.
- [30] Alida Esper. Intégration des approches soa et orientée objet pour modéliser une orchestration cohérente de services. *Institut National des Sciences Appliquées de Lyon*, 2010.
- [31] Joaquin Miller and Jishnu Mukerji. Technical guide to model driven architecture : Mda guide version 1.0. 1. *Object Management Group (OMG)*, 2003.
- [32] Kai Mertins, Frédérick Bénaben, Raúl Poler, and Jean-Paul Bourrières. *Enterprise interoperability VI : interoperability for agility, resilience and plasticity of collaborations*, volume 7. Springer Science & Business Media, 2014.
- [33] Thomas W Malone, Kevin Crowston, and George Arthur Herman. *Organizing business knowledge : the MIT process handbook*. MIT press, 2003.
- [34] Ilger Luczak and Andreas Hauser. Knowledge management in virtual organizations. In *Services Systems and Services Management, 2005. Proceedings of ICSSSM’05. 2005 International Conference on*, volume 2, pages 898–902. IEEE, 2005.
- [35] Carmen Leonor Villarreal Lizarraga. *Contribution au pilotage des projets partagés par des PME en groupement basée sur la gestion des risques*. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2005.
- [36] Patrick Burlat, Sophie Peillon, and Lucien Vincent. Quels modèles pour une firme sans frontières. In *Deuxième congrès International Franco-Québécois de Génie Industriel” Le Génie Industriel dans un monde sans frontières”*, 1997.

- [37] Chantal Morley, J Hugues, B Leblanc, and O Hugues. *Processus métiers et si : Evaluation, modélisation, mise en oeuvre*. Paris, France, Dunod, 2005.
- [38] Thomas R Gruber. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? *International journal of human-computer studies*, 43(5-6) :907–928, 1995.
- [39] Borst. *onstruction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse*. PhD thesis, University of Twente, Enschede, 1997.
- [40] Rudi Studer, V Richard Benjamins, and Dieter Fensel. Knowledge engineering : principles and methods. *Data & knowledge engineering*, 25(1-2) :161–197, 1998.
- [41] Tom Gruber. Ontology. entry in the encyclopedia of database systems, ling liu and m. tamer özsü, 2008.
- [42] Natalya F Noy and Deborah L McGuinness. Développement d'une ontologie 101 : Guide pour la création de votre première ontologie. *rapport technique*), traduit de l'anglais par Anila Angjeli, BNF, Bureau de normalisation documentaire, 2000.
- [43] F Bouarab-Dahmani. *Modélisation basée ontologies pour l'apprentissage interactif-Application à l'évaluation des connaissances de l'apprenant*. PhD thesis, Thèse de DOCTORAT en informatique soutenue à l'UMM de Tizi Ouzou en, 2010.
- [44] Mari Carmen Suárez-Figueroa, Asunción Gómez-Pérez, and Mariano Fernández-López. The neon methodology for ontology engineering. In *Ontology engineering in a networked world*, pages 9–34. Springer, 2012.
- [45] Jacqueline Konaté. *Approche système pour la conception d'une méthodologie pour l'élicitation collaborative des exigences*. PhD thesis, Université Paul Sabatier-Toulouse III, 2009.
- [46] Thabet Slimani, B BenYaghlane, and Khaled Mellouli. Une extension de mesure de similarité entre les concepts d'une ontologie. In *International conference on sciences of electronic, technologies of information and telecommunications*, pages 1–10, 2007.
- [47] Alan L Rector. Modularisation of domain ontologies implemented in description logics and related formalisms including owl. In *Proceedings of the 2nd international conference on Knowledge capture*, pages 121–128. ACM, 2003.
- [48] Hanen Abbes and Faiez Gargouri. Big data integration : A mongodb database and modular ontologies based approach. *Procedia Computer Science*, 96 :446–455, 2016.

-
- [49] Macaire Ahlonsou, Emmanuel Blanchard, Henri Briand, and Fabrice Guillet. Transformation des concepts du diagramme de classe uml en owl full. In *EGC (Ateliers)*, pages 13–18, 2005.
- [50] Ann Marie Thomson, James L Perry, and Theodore K Miller. Conceptualizing and measuring collaboration. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 19(1) :23–56, 2009.
- [51] Ala Atrash, Marie-Hélène Abel, and Claude Moulin. Ontologie modulaire pour la collaboration. In *25es Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances*, pages 8–11, 2014.
- [52] Ian Horrocks, Peter F Patel-Schneider, Harold Boley, Said Tabet, Benjamin Grosf, Mike Dean, et al. Swrl : A semantic web rule language combining owl and ruleml. *W3C Member submission*, 21 :79, 2004.
- [53] Krzysztof Czarnecki and Simon Helsen. Classification of model transformation approaches. In *Proceedings of the 2nd OOPSLA Workshop on Generative Techniques in the Context of the Model Driven Architecture*, volume 45, pages 1–17. USA, 2003.
- [54] Bill Moore. *Eclipse Development : Using the Graphical Editing Framework and the Eclipse Modeling Framework*. IBM Corporation, International Technical Support Organization, 2004.
- [55] Natalya Fridman Noy, Monica Crubézy, Ray W Ferguson, Holger Knu-blauch, Samson W Tu, Jennifer Vendetti, and Mark A Musen. Protégé-2000 : an open-source ontology-development and knowledge-acquisition environment. In *AMIA... Annual Symposium proceedings. AMIA Symposium*, volume 2003, pages 953–953. American Medical Informatics Association, 2003.
- [56] Uwe Aßmann, Steffen Zschaler, and Gerd Wagner. Ontologies, meta-models, and the model-driven paradigm. In *Ontologies for software engineering and software technology*, pages 249–273. Springer, 2006.
- [57] Virginie Fortineau, Thomas Paviot, and Samir Lamouri. 5 root concepts for a meta-ontology to model product along its whole lifecycle. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(7) :47–52, 2013.
- [58] Motoshi Saeki and Haruhiko Kaiya. On relationships among models, meta models and ontologies. In *Proceedings of the Proceedings of the 6th OOPSLA Workshop on Domain-Specific Modeling (DSM 2006)*, 2006.
- [59] Vatcharaphun Rajsiri, Jean-Pierre Lorré, Frédérick Bénaben, and Hervé Pingaud. Collaborative process definition using an ontology-based approach. In *Working Conference on Virtual Enterprises*, pages 205–212. Springer, 2008.

- [60] Ryan KL Ko, Stephen SG Lee, and Eng Wah Lee. Business process management (bpm) standards : a survey. *Business Process Management Journal*, 15(5) :744–791, 2009.
- [61] Martin Vasko and Schahram Dustdar. A view based analysis of workflow modeling languages. In *Parallel, Distributed, and Network-Based Processing, 2006. PDP 2006. 14th Euromicro International Conference on*, pages 8–pp. IEEE, 2006.
- [62] Frédéric Jouault and Ivan Kurtev. Transforming models with atl. In *International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems*, pages 128–138. Springer, 2005.

0.9