

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Saâd DAHLEB de Blida
Faculté des sciences
Département d'informatique



Mémoire

Présenté en vue d'obtenir le : Diplôme de **MASTER**
Domaine : Mathématique et Informatique
Filière : Informatique
Spécialité : Informatique
Option : "Génie des Systèmes Informatiques"

Intitulé :

Editeur graphique : Aide à la modélisation de Collaboration Inter-Organisationnelle

Par :

BOUNSIAR Selma

Soutenu le Juin 2015, devant le jury composé de :

M.	Président
M.	Examineur
M.	Examineur
Mme. Chikhi Imane	Promotrice
Mme. Semar-Bitah Kahina	Encadrante

2014/2015

Dédicace

À mon cher père, en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour tous les soutiens et les sacrifices dont il a fait preuve à mon égard.

À la mémoire de ma mère.

À mes chers sœur Asma et frère Mohamed et ma belle-mère.

À mes amis avec qui j'ai partagé des moments des plus agréables.

À tous ceux qui sont chères, proches de mon cœur, et à tous ceux qui m'aiment et qui aurait voulu partager ma joie ...

Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier le Bon Dieu tout puissant qui m'a incité à acquérir le savoir et m'a donné la volonté et le courage pour y arriver.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à ma promotrice Mme Chikhi Imane pour l'effort fourni, ses conseils, sa patience et sa persévérance dans le suivi.

Un grand merci à Mme SEMAR-BITAH Kahina pour m'avoir proposé ce sujet et de m'avoir dirigé et encadrer pendant sa réalisation.

Je remercie également l'ensemble des enseignants qui ont assuré ma formation durant les cinq ans d'études.

Je tiens aussi à remercier le Centre De Développement Des Technologies Avancées (CDTA) pour l'accueil qui m'a été réservé et la mission qui m'a été confiée.

Que les membres de jury trouvent ici mes remerciements les plus vifs pour avoir accepté d'honorer par leur jugement mon travail.

Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin ont contribué à la préparation de ce mémoire.

Résumé

La collaboration est devenue une nécessité pour les organisations. L'émergence technologique et le nouvel ordre économique qui ne cessent d'évoluer obligent les organisations à collaborer, afin de répondre aux exigences du marché. Cette collaboration est un défi à relever elle-même, vue sa complexité, sa diversité et l'interopérabilité des systèmes des organisations. Pour garantir le succès d'une collaboration, il est nécessaire de faire la collecte chez les partenaires, des connaissances de la collaboration. En effet, la réussite d'une collaboration repose entre autres sur l'acquisition du maximum d'informations lui concernant. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail. Ce dernier a pour objectif de mettre en œuvre un éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle. Cet éditeur facilite la collecte des connaissances relatives à une collaboration inter-organisationnelle. Il permet la conception et la modification graphique de modèle de collaboration. L'éditeur se base sur un méta-modèle de collaboration inter-organisationnelle que nous avons conçu. Ce méta-modèle est générique et couvre un nombre important de concepts relatifs à la collaboration inter-organisationnelle.

Mots clés : collaboration inter-organisationnelle, processus collaboratif, processus métier, ingénierie dirigée par les modèles, architecture dirigée par les modèles, méta-modélisation, GMF.

Abstract

Collaboration became a necessity for organizations, due to technological emergence and new evolving economic order, it is a way to meet the market's requirements. This collaboration is a challenge itself, because of its complexity, diversity and the interoperability between organizations' systems. To ensure the success of a collaboration, it is necessary to gather among partners knowledge about collaboration. Indeed the success of collaboration deeply depends on the amount of knowledge we have about it. That is why we implemented an inter-organizational collaboration model editor to facilitate the knowledge gathering. The editor allows the design and the graphical modification of collaboration models. The editor is based on an inter-organisational collaboration metamodel we designed. This meta-model is generic and covers a significant number of concepts about collaboration.

Keywords: inter-organisational collaboration, collaborative process, business process, model driven engineering, model driven architecture, metamodeling, GMF.

ملخص

التعاون أصبح ضرورة للمنظمات. الانبثاق التكنولوجي و النظام الاقتصادي الجديد المستمر في التطور أرغم المنظمات على التعاون لتلبية احتياجات السوق. هذا التعاون يشكل تحديا في حد ذاته، نظرا لتعقيده، تنوعه و الصعوبات التي تواجه قابلية التشغيل البيني بين أنظمة الهيئات. لضمان نجاح التعاون، من الضروري جمع المعرفة التعاونية من الشركاء. كلما جمعنا معلومات أكثر عن التعاون، كلما ضمنا نجاح هذا الأخير. لهذا السبب قمنا بتطوير محرر نماذج لتسهيل جمع المعرفة التعاونية. المحرر يسمح بالتصميم و التعديل الرسومي لنماذج التعاون. تصميم نموذج عام للتعاون بين المنظمات و شامل لعدد كبير من المفاهيم، هو خطوة ضرورية لتطوير المحرر.

Glossaire

<i>BPMN</i>	<i>Business Process Model and Notation</i>
<i>CE</i>	<i>Collaboration Editor</i>
<i>DSL</i>	<i>Domain Specific Language</i>
<i>DSM</i>	<i>Domain Specific Modeling</i>
<i>DSML</i>	<i>Domain Specific Modeling Language</i>
<i>EMF</i>	<i>Eclipse Modeling Framework</i>
<i>EVB</i>	<i>Entreprise Virtuelle de Bâtiment</i>
<i>GEF</i>	<i>Graphical Editing Framework</i>
<i>GMF</i>	<i>Graphical Modeling Framework</i>
<i>IDE</i>	<i>Integrated Development Environment/ Environnement de développement</i>
<i>MDA</i>	<i>Model Driven Architecture/architecture dirigée par les modèles</i>
<i>MDE/IDM</i>	<i>Model Driven Engineering/ Ingénierie Dirigée par les Modèles</i>
<i>OMG</i>	<i>Object Management Group</i>
<i>OSGi</i>	<i>Open Services Gateway initiative</i>
<i>SOA</i>	<i>Service Oriented Architecture/architecture orientée service</i>
<i>XMI</i>	<i>XML Metadata Interchange</i>
<i>XML</i>	<i>Extensible Markup Language</i>

Table des matières

Introduction générale.....15

Chapitre 1. État de l'art sur la collaboration inter-organisationnelle

1. Introduction.....	20
2. L'organisation.....	20
2.1 Définitions.....	20
2.2 Les types de l'organisation.....	21
2.2.1 Entreprise.....	21
2.2.2 Organisation publique.....	21
2.2.3 Organisation à but non lucratif.....	21
2.3 Critères généraux.....	21
2.4 Ressources.....	22
2.4.1 Ressources financières.....	22
2.4.2 Ressources Humaines.....	22
2.4.3 Ressources Matérielles.....	22
2.5 Finalités et objectifs.....	22
2.5.1 Finalités.....	22
2.5.2 Objectifs.....	23
3. La collaboration inter-organisationnelle.....	23
3.1 Définitions.....	23
3.2 Les caractéristiques de la collaboration.....	26
3.3 Les structures de la collaboration.....	27
3.3.1 Entreprise virtuelle.....	28
3.3.2 Entreprise étendue.....	28
3.3.3 Entreprise réseau.....	29
3.3.4 Réseau d'entreprises.....	30
3.4 Les niveaux de collaborations.....	31
3.4.1 Communication.....	31
3.4.2 Coordination.....	31

3.4.3	Coopération.....	32
3.4.4	Intégration.....	32
3.5	Niveaux de maturité collaborative.....	32
3.6	Relations inter-entreprises.....	33
3.6.1	La concurrence ou la relation horizontale (concurrents et autres entreprises du même secteur)	33
3.6.2	La sous-traitance, fournisseur-client, ou relations verticales (les fournisseurs d'équipement, de matériels, de composants ou de logiciels et les clients)	33
3.6.3	Groupes d'intérêts ou relations transversales (consultants, laboratoires privés R&D ou commercial, universités, instituts de recherche publics, centres de technologie).....	33
3.7	Qualification de la collaboration.....	34
3.7.1	Les réseaux de collaboration.....	34
3.7.2	Configuration d'un réseau de collaboration.....	35
3.7.3	Topologies de réseau de collaboration.....	35
3.7.4	Mécanismes de dépendances et de coordination.....	37
4.	Le processus collaboratif.....	39
4.1	Définitions.....	39
4.2	Caractéristiques du processus collaboratif.....	40
5.	Conclusion.....	43

Chapitre 2. Présentation du concept de la méta-modélisation

1.	Introduction.....	45
2.	Ingénierie Dirigée par les Modèles (IMD - Model Driven Engineering / MDE)	45
2.1	Les notions fondamentales du l'IDM.....	46
2.1.1	Le modèle.....	46
2.1.2	Le métamodèle.....	47
2.1.3	Le métamétamodèle.....	48
2.2	La modélisation et la métamodélisation.....	49

2.3 L'architecture dirigée par les modèles (Model Driven Architecture).....	50
3. L'intérêt de l'utilisation de l'approche MDA.....	51
4. Conclusion.....	53

Chapitre 3. Présentation du métamodèle de collaboration inter-organisationnelle

1. Introduction.....	55
2. Synthèse des travaux existants et positionnement.....	55
2.1 Travaux existants.....	55
2.2 Notre contribution.....	56
3. Description du métamodèle de collaboration inter-organisationnelle.....	60
3.1 L'organisation.....	62
3.2 La collaboration.....	63
3.3 Le processus collaboratif.....	66
4. Conclusion.....	70

Chapitre 4. Implémentation de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

1. Introduction.....	72
2. Environnement et outils de travail.....	72
2.1 L'environnement de développement Eclipse.....	72
2.2 Le framework GMF.....	73
3. Présentation de l'application (Objectifs et fonctionnalités).....	74
3.1 Objectifs.....	74
3.2 Fonctionnalités.....	74
4. Implémentation.....	80
5. Expérimentation avec un exemple.....	87
6. Conclusion.....	93
Conclusion générale.....	94
Bibliographie.....	96

Annexe A : Une vue d'ensemble sur Papyrus

Annexe B : EMF et GEF

Table des figures

Chapitre 1. État de l'art sur la collaboration inter-organisationnelle

Figure I.1. Architecture de l'entreprise étendue (Villarreal, et al., 2005).....	29
Figure I.2. Architecture de l'entreprise réseau (Villarreal, et al., 2005).....	30
Figure I.3. Architecture du réseau d'entreprises (Villarreal, et al., 2005).....	31
Figure I.4. Les trois types basiques de topologies de réseau (Katzy, et al., 2000)....	36
Figure I.5. Trois types de dépendances entre les activités (Crowston, 2003).....	38

Chapitre 2. Présentation du concept de la méta-modélisation

Figure II.1 : Approches orientées modèles en ingénierie du logiciel, des systèmes et des données (Rousse, 2007).....	46
Figure II.2 : Système modélisé, modèle, langage, métamodèle (Rousse, 2007).....	48
Figure II.3 : Architecture multi-niveaux pour les modèles (Rousse, 2007).....	49

Chapitre 3. Présentation du métamodèle de collaboration inter-organisationnelle

Figure III.1 : Le métamodèle de la collaboration inter-organisationnelle.....	61
Figure III.2: Diagramme de classe représentant le concept de l'Organisation (Participant).....	63
Figure III.3: Diagramme de classe représentant le concept de la Collaboration.....	64
Figure III.4: Diagramme de classe représentant la notion de Topologie.....	65
Figure III.5: Diagramme de classe représentant la notion d'Objectif commun.....	66
Figure III.6: Diagramme de classe représentant la notion de Processus.....	67
Figure III.7: Diagramme de classe représentant la notion d'Activité.....	68
Figure III.8: Diagramme de classe représentant la notion d'Évènement.....	69
Figure III.9 : Diagramme de classe représentant la notion de Résultat.....	70

Chapitre 4. Implémentation de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

Figure IV.1. Diagramme de cas d'utilisation de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	75
Figure IV.2. Vue d'ensemble de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	76
Figure IV.3. La palette d'outils graphiques.....	77
Figure IV.4. Le fichier XML vu par l'éditeur de texte.....	78
Figure IV.5. Le fichier XML vu par notre éditeur.....	78

Figure IV.6. Le menu contextuel Add Child.....	79
Figure IV.7. Le menu contextuel Add Sibling.....	80
Figure IV.8. Les modèles requis par GMF.....	81
Figure IV.9. Le modèle de domaine de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	82
Figure IV.10. Le modèle de génération de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	82
Figure IV.11. Le modèle graphique du de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	83
Figure IV.12. Le modèle d'outils de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	84
Figure IV.13. Le modèle d'association du de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	85
Figure IV.14. Le modèle de génération du de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle.....	86
Figure IV.15. Les différents modèles vus dans l'explorateur de projets.....	86
Figure IV.16. Le tableau de bord GMF.....	87
Figure IV.17. Diagramme de la collaboration inter-organisationnelle EVB.....	91
Figure IV.18. La vue propriétés d'un objectif commun de la collaboration EVB.....	92
Figure IV.19. Le fichier XML obtenu de la collaboration inter-organisationnelle EVB.....	92
Figure IV.20. Le fichier XML obtenu de la collaboration inter-organisationnelle EVB (vu par l'éditeur de texte).....	93

Table des tableaux

Chapitre 1. État de l'art sur la collaboration inter-organisationnelle

Tableau I.1. Les principales caractéristiques des trois topologies (Rajsiri, 2009).....37

Chapitre 3. Présentation du métamodèle de collaboration inter-organisationnelle

Tableau III.1 : Comparaison des approches proposées pour l'exploitation de la collaboration.....58

Chapitre 4. Implémentation de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

Tableau IV.1. Les connaissances de la collaboration EVB.....90

"He who loves practice without theory is like the sailor who boards ship without a rudder and compass and never knows where he may cast."

Leonardo da Vinci

Introduction générale

Les relations entre entreprises étaient des relations de compétition sur tous les niveaux (qualité, produit, cout, etc.). Cependant avec la crise économique et les changements des marchés dus au phénomène de la mondialisation dans les dernières décennies, les entreprises étaient dans l'obligation de travailler différemment et de collaborer avec d'autres entreprises (distributeurs, fournisseurs, sous-traitant, etc.) pour arriver à satisfaire les besoins du marché.

Néanmoins la collaboration ne concerne pas que les entreprises commerciales ou manufacturières mais ça étend ses frontières vers les organisations de manière générale comme une collaboration entre un laboratoire R&D et une entreprise ou bien avec une université.

La création d'une collaboration réussie suit plusieurs critères : une relation à long ou court terme, établir une confiance mutuelle entre les partenaires, partager les informations, gérer les hétérogénéités (l'endroit, la langue, les systèmes d'information, etc.), d'où vient la nécessité que les organisations soient interopérables. La capacité des entreprises à collaborer efficacement assure l'interopérabilité entre leurs systèmes.

Dans ce cadre, diverses études ont été menées, plusieurs projets de collaboration existent mais ils sont limités à un certain nombre de cas et ils sont spécifiques. En Algérie, on trouve le projet SCIOW-Web Social (Service de Collaboration Inter Organisationnelle basée Web Social) du CDTA (Centre de Développement des Technologies Avancées), qui est un projet de recherche qui traite la collaboration inter-organisationnelle. C'est dans le cadre de ce projet que s'inscrit le travail présenté dans ce mémoire.

Le CDTA est un établissement public à caractère scientifique et technologique créé en 1982 (au sein du commissariat aux énergies nouvelles). Il a comme mission de :

- Mener à bien des actions de recherche scientifique et d'innovation technologique ;
- Participer à la valorisation et la formation dans les domaines scientifiques et technologiques particulièrement la technologie de l'information, les technologies industrielles, la robotique et technologie des lasers.

Le projet SCIOW-Web Social (Service de Collaboration Inter organisationnelle basée web social) du CDTA se divise en trois principale parties :

- La première partie a pour objectif l'exploitation des réseaux sociaux professionnels pour la recherche et la sélection des meilleurs partenaires de collaboration ainsi que la modélisation des contrats de cette collaboration ;
- La deuxième partie a pour objectif la modélisation de la collaboration et du processus collaboratif inter-organisationnel, en utilisant l'ingénierie des connaissances ;
- La troisième partie a pour objectif la mise en œuvre de ce processus de collaboration sur le Cloud.

Ce projet a la particularité qu'il cherche à supporter la majorité des cas de collaboration entre différents types d'organisations. En effet, l'interconnexion entre des systèmes hétérogènes et la prise en compte d'un nombre maximal de critères requiert le développement d'un framework bien défini qui permet de prévoir les scénarios de la collaboration et de la rendre possible et efficace. Le cycle de vie de ce framework suit les principes de l'Ingénierie Dirigée par les Modèle (MDE, Model Driven Engineering) que nous allons détailler dans le chapitre 2.

Le projet adopte aussi l'Architecture Orientée Service (SOA, Service Oriented Architecture). En effet les processus fournis par les participants sont vus en tant que services abstraits. La SOA offre une approche basée service pour répondre à la problématique de l'interopérabilité. Elle permet l'intégration dynamique des différentes technologies indépendamment des plateformes utilisées en fournissant un couplage faible entre les différents systèmes interagissant, la SOA offre aussi l'agilité et la flexibilité contre les changements des exigences de la collaboration.

Notre travail se positionne dans la deuxième partie du projet SCIOW-Web Social. Le but de cette partie est d'exploiter les connaissances extraites des réseaux sociaux et des partenaires de la collaboration pour développer un système à base de connaissances afin de concevoir un modèle de processus collaboratif inter-organisationnel capable de s'adapter à divers contextes, qui sera ensuite exécuté dans la plateforme Cloud de la collaboration.

Notre objectif est de collecter et d'organiser les connaissances sur la collaboration auprès des partenaires. L'acquisition des connaissances auprès des partenaires est une étape importante dans le développement du système à base de connaissances. Par la suite les connaissances seront présentées dans un format bien défini et compréhensible (XML) pour les importer dans le système à base des connaissances. Les partenaires savent ce qu'ils attendent de la collaboration par conséquent, ils peuvent exprimer de manière informelle et partiellement leurs connaissances sur la collaboration (les objectifs, les relations, les opérations, etc.).

Pour cela, il faut tout d'abord faire une étude approfondie sur la collaboration et ses caractéristiques pour définir et concevoir un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle.

Ensuite, pour faciliter la collecte des connaissances nous allons développer un éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle en utilisant l'outil GMF (Graphical Modeling Framework) d'Eclipse en se basant sur notre métamodèle de collaboration inter-organisationnelle que nous allons concevoir. L'éditeur va permettre aux partenaires de représenter leurs connaissances de manière adéquate. Il génère un fichier XML représentant le modèle de la collaboration.

Ce mémoire comprend quatre chapitres :

Le **premier chapitre** porte sur les concepts d'Organisation (Définitions, types, critères généraux), de Collaboration inter-organisationnelle (définitions, caractéristiques) et de Processus Collaboratif.

Le **deuxième chapitre** aborde l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM). Nous présentons par la suite l'intérêt de l'utilisation des approches de l'IDM dans le cadre de notre travail.

Le **troisième chapitre** est consacré à notre méta-modèle de collaboration inter-organisationnelle. Nous présentons en premier une synthèse des travaux existants suivie de notre contribution et apport par rapport à ces travaux. Par la suite, nous présentons une description détaillée des différents concepts du méta-modèle proposé.

Le **quatrième chapitre** porte sur l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle, basé sur le méta-modèle de Collaboration Inter-Organisationnelle

proposé. Il concerne son implémentation et expérimentation ainsi qu'une présentation de ses différentes fonctionnalités.

Le mémoire se termine par une **conclusion** qui présente un bilan du travail réalisé dans ce mémoire et expose les perspectives et les travaux futurs pour améliorer et compléter le travail présenté.

Enfin, dans les **annexes** nous présentons quelques informations complétant le contenu de ce mémoire. **L'annexe A** consiste en une présentation de l'outil Papyrus que nous avons utilisé pour la conception de notre méta-modèle. **L'annexe B** porte sur les frameworks EMF et GEF d'Eclipse.

Chapitre 1.

État de l'art sur la collaboration inter- organisationnelle

1. Introduction

La collaboration est un domaine dans lequel plusieurs travaux de recherche ont été menés ces dernières années mais qui reste encore un sujet d'études. Dans ce premier chapitre, nous présentons un état de l'art sur le concept de collaboration inter-organisationnelle. Pour cela, nous avons réalisé une analyse des trois aspects : l'organisation, la collaboration et le processus collaboratif ; pour arriver à la caractérisation de la collaboration inter-organisationnelle. Ainsi, tout d'abord, nous avons commencé par identifier les types de l'organisation. Ensuite, nous avons déterminé les différentes caractéristiques de la collaboration issues d'une liste de définitions de la collaboration que nous avons regroupées. Enfin, nous avons présenté la notion du processus collaboratif et ses différentes caractéristiques.

2. L'organisation

2.1 Définitions

Dans la littérature il y a plusieurs définitions d'une organisation et selon plusieurs contextes, dans le contexte de notre étude nous nous sommes intéressés à l'organisation en tant qu'association ou groupement :

L'organisation est une coalition de groupes et d'intérêts, chacun essayant d'obtenir quelque chose de la collectivité en interagissant avec les autres, et chacun avec ses propres préférences et objectifs (Pfeffer, et al., 1978).

Les organisations sont des collectivités orientées vers la poursuite d'objectifs relativement spécifiques et présentant des structures sociales relativement très formalisées (Scott, et al., 1967).

Les organisations sont des assemblages d'êtres humains en interaction et ils sont les plus grands assemblages dans notre société. La grande spécificité de la structure et la coordination au sein des organisations délimite l'organisation individuelle comme une unité sociologique comparable en importance à l'organisme individuel en biologie (March, et al., 1958).

L'organisation définit et met en œuvre, avec les acteurs et en fonction des ressources disponibles, les systèmes de règles entre acteurs répondant aux finalités et aux objectifs de l'entreprise (MICHAU, et al., 2004).

L'organisation est définie comme un ensemble structuré (de services, de personnes) formant une association ou une institution ayant des buts déterminés (CNRTL, 2012).

En se basant sur le tableau de (BARRAU, 2008) nous proposons dans les sections suivantes les types de l'organisation, ses critères généraux, ses ressources et ses finalités et objectifs.

2.2 Les types de l'organisation

2.2.1 Entreprise

L'entreprise produit des biens et des services et partage la valeur ajoutée entre actionneurs et salariés, etc. Elle peut être une société (SARL, SA, EURL...). Elle prend différentes formes : Entreprise artisanale, entreprise industrielle ou entreprise de service (Boulangerie, Restaurant, Firme multinationale comme Danone...).

2.2.2 Organisation publique

L'organisation publique représente la société civile et est souvent consultée par l'état, son but est non lucratif mais contribue à l'intérêt général. Exemples de ses divers formats : Etat, Collectivités territoriales (région, département, commune) et organismes paritaires (Hôpital, Mairie, Musée des Beaux-arts, caisse d'assurance maladie...).

2.2.3 Organisation à but non lucratif

Elle se consacre à la réalisation d'une œuvre d'intérêt général et à but non lucratif, et peut jouer un rôle caritatif, humanitaire ou environnemental ; comme les Associations, ONG et organisations syndicales (AFM, Greenpeace, CGT, MEDEF...).

2.3 Critères généraux

- Un nom ;
- Une description ;
- Une localisation (ville, département, pays) ;

- Une nationalité ;
- Une constitution (organisation individuelle ou groupe) : Une organisation individuelle n'est pas composée d'autres organisations. Une organisation de type groupe est filiale d'une organisation mère qui contrôle ou dirige les activités du groupe ;
- Une taille de l'organisation (son effectif, son CA) : elle est déterminée selon une échelle allant de Petite à Grande, en se basant sur le nombre d'employés, le chiffre d'affaires, la part de marché et les particularités de l'organisation ;
- Une statut juridique : entreprise ou société ;
- Un métier ;
- Un secteur d'activité (spécifique et général) : caractérise l'organisation dans son contexte métier. Les secteurs sont caractérisés par un code, un nom et une description, ils sont liés à des activités (exemple d'activité spécifique : Production Animale ; exemples d'activité générale : Agriculture, Exploitation de forêts, Pêche).

2.4 Ressources

2.4.1 Ressources financières

Emprunts, Apports des actionnaires, Subventions, le financement peut être privé (emprunt bancaire, apports des actionnaires...) ou public (Etat, collectivités...).

2.4.2 Ressources Humaines

Salariés, bénévoles, fonctionnaires, c'est l'ensemble des individus qui coopèrent à la réalisation des objectifs.

2.4.3 Ressources Matérielles

Biens d'équipement, véhicules, logiciels...brevets, marques, c'est l'ensemble du patrimoine matériel et immatériel.

2.5 Finalités et objectifs

2.5.1 Finalités

Quelle est la raison d'être ou la raison d'existence d'une organisation ?

Entreprise : pérenniser l'activité, maximiser le profit ;

Organisations publiques : fournir un service public, gérer le domaine public, satisfaire les usagers et fournir un service de qualité ;

Organisations à but non lucratif : fournir un service privé aux adhérents et remplir une mission de service public.

2.5.2 Objectifs

En relation avec leurs finalités, les organisations engagent leur avenir et leur existence, comme par exemple : augmenter le CA, améliorer la circulation en ville...etc.

3 La collaboration inter-organisationnelle

3.1 Définitions

Il existe dans la littérature plusieurs définitions générales de la collaboration ainsi que des définitions spécifiques à différents domaines :

Dans un contexte général, une collaboration possède des objectifs, un langage et des expériences en commun, ainsi qu'un environnement et des médias partagés. Les acteurs réalisent les activités afin d'atteindre les objectifs en commun de haut niveau. La collaboration est composée de trois aspects : la réalisation conjointe de tâches, la coordination de composants distribués intervenants dans la collaboration, et un volet sociale comprenant les notions de confiance et d'identification des expertises (Jacobs, 2002).

La collaboration est une relation intentionnelle créée dans le but de résoudre un problème, créer ou découvrir quelque chose, dans le cadre d'une situation soumise à un ensemble de contraintes (Schrage, 1990).

En général, la collaboration se focalise sur les problèmes qui surviennent dans un travail de groupe, la situation étant imposée par la taille du projet, une seule personne ne pouvant posséder toute la connaissance nécessaire (Van den Bossche, et al., 2010), (Whitehead, 2007).

Dans un contexte plus orienté vers les relations d'affaires (contexte inter-organisationnel) :

Deux ou plusieurs entités travaillant ensemble en échangeant de l'information au bon moment dans le but de prendre des décisions permettant d'être mutuellement efficaces (SSCA, 2002).

Travailler avec des preneurs de décision au-delà des frontières de l'entreprise, de l'organisation et la technologie pour atteindre un avantage compétitif mutuel (Pollard, 2002).

Selon (Lambert, et al., 1999) la collaboration est définie comme un réseau de création de valeur collaboratif impliquant un type particulier de relation entre les organisations qui leur permet de partager les risques et les récompenses, et d'atteindre un plus haut niveau de performance que lorsque les organisations travaillent séparées.

Un réseau de création de valeur est dit collaboratif lorsque deux (ou plus) organisations indépendantes travaillent conjointement à la planification et l'exécution des opérations de création de valeur, générant ainsi plus de succès que si elles travaillaient de manière isolée (Simatupang, et al., 2002).

La collaboration est un processus dans lequel plusieurs autorités indépendantes coordonnent leurs stratégies et leurs décisions, résultant en la création de plans supérieurs à ceux qu'elles auraient pu produire sans s'être coordonnées (Kak, 2002).

La collaboration est généralement définie comme l'interaction entre deux ou plusieurs individus et peut englober divers comportements, y compris la communication, le partage de l'information, la coordination, la coopération, la résolution de problèmes et la négociation (ICC, 1999).

La collaboration a été définie comme une activité synchrone, coordonnée, qui est le résultat d'une tentative continue pour construire et maintenir une conception partagée d'un problème et de sa solution (Roschelle, et al., 1994).

La collaboration peut être vue comme une technique pour permettre à un groupe d'individus d'être plus efficaces que la somme de leurs efficacités individuelles, auquel cas on parle d'intelligence collective (Weiss, 2005).

La collaboration est vue comme des structures organisationnelles et inter-organisationnelles où les ressources, le pouvoir et l'autorité sont partagés et où les

individus se réunissent pour atteindre des objectifs communs qui ne pourraient être accomplies par un seul individu ou une organisation indépendante (Bruner, 1992).

La collaboration est un travail partagé, dont les équipes créent un sentiment de communauté et d'identité pour leurs projets. Ils sont capables de faire converger collectivement sur un objectif et un défi de conduite pour le projet. De cette manière, la collaboration devient une pratique que les membres de l'équipe appliquent parmi les nombreux outils et techniques qui définissent leur projet. Lorsque les équipes déclarent une exigence de collaboration dans leur travail, c'est leur engagement à utiliser des approches de décision consensuelle à travers la prise de décision participative. Ils appliquent la collecte d'information haut débit couplé avec des priorités bien formés et bien articulés. Et, ils sont guidés par un leader qui favorise la participation à la définition du travail du projet et qui encourage la discussion ouverte autour de la direction du projet : son organisation, ses rôles et ses livrables (Tabaka, 2006).

La collaboration interentreprises est un engagement de progresser ensemble et de gérer en commun les évolutions rendues nécessaires par l'environnement du marché en mettant en œuvre des plans de progrès (niveau stratégique) (Simonot, 2007).

La collaboration se produit quand des personnes de différentes organisations (ou unités au sein d'une organisation) produisent quelque chose ensemble grâce à l'effort, des ressources et la prise de décision communs, et le partage de la propriété du produit ou du service final (Linden, 2002).

La collaboration se produit lorsque divers groupes avec différents intérêts essaient de travailler ensemble pour formuler une politique ou résoudre un problème (ces initiatives ont souvent lieu dans les domaines d'utilisation des terres, d'environnement et des ressources naturelles). Ce sont généralement des initiatives ad hoc, dans lesquelles les parties essaient d'utiliser des différentes méthodes de résolution alternatives (Snow, 1999).

(Bozeman, et al., 2014) définissent la collaboration comme un processus social par lequel les êtres humains mettent en commun leur expérience, connaissances et compétences sociales dans le but de produire de nouvelles connaissances, y compris le savoir intégré dans la technologie.

La collaboration est un processus dans lequel des acteurs autonomes interagissent par la négociation formelle et informelle, créant conjointement des règles et des structures qui régissent leurs relations et les façons d'agir ou décider sur les problèmes qui les a réunis ; c'est un processus impliquant des normes communes et des interactions mutuellement bénéfiques (Thomson, 2001).

3.2 Les caractéristiques de la collaboration

A partir des définitions précédentes, nous relevons les caractéristiques suivantes :

- Groupe d'au moins deux organisations (SSCA, 2002), (Simatupang, et al., 2002), (ICC, 1999);
- Un ensemble de divers groupes avec divers intérêts (Snow, 1999) ;
- Buts et objectifs communs, partagés, ou décidés conjointement lesquels sont généralement une plus grande performance, plus d'efficacité, bénéfice mutuel ou d'obtenir un avantage compétitif (Jacobs, 2002) , (Bruner, 1992), (Tabaka, 2006), (Simonot, 2007), (Thomson, 2001), (Simatupang, et al., 2002), (Lambert, et al., 1999), (Pollard, 2002) ;
- Relations et interactions entre les organisations (Pollard, 2002), (Lambert, et al., 1999), (Simatupang, et al., 2002) ;
- Implication des preneurs de décision (Pollard, 2002) ;
- Prise de décision collaborative et coordination de stratégies (SSCA, 2002), (Tabaka, 2006), (Kak, 2002), (Linden, 2002) ;
- Confiance mutuelle (Jacobs, 2002) ;
- Un sentiment de communauté et d'identité (Tabaka, 2006) ;
- A travers les structures organisationnelles et inter-organisationnelles (Pollard, 2002), (Bruner, 1992) ;
- Planification et exécution conjointe des opérations, et la coordination des décisions (Simatupang, et al., 2002), (Jacobs, 2002), (Schrage, 1990) ;
- Création conjointe des règles et des structures qui régissent la relation des partenaires (Thomson, 2001) ;
- Partage de l'information, des risques, des récompenses et des responsabilités (SSCA, 2002), (Lambert, et al., 1999), (ICC, 1999);

- Comporte la communication, synchronisation, négociation, coopération et la résolution de problèmes survenant dans un travail de groupe (ICC, 1999), (Roschelle, et al., 1994), (Snow, 1999), (Thomson, 2001), (Whitehead, 2007);
- Partage des efforts, ressources, expériences, compétences, pouvoir, autorité et la propriété du produit ou service final (Linden, 2002), (Bruner, 1992), (Bozeman, et al., 2014) ;
- Une technique d'intelligence collective (Weiss, 2005) ;
- Collecte d'information couplée avec des priorités bien formées et articulées (Tabaka, 2006) ;
- Les équipes de collaboration sont guidées par un leader (Tabaka, 2006) ;
- Processus social (Bozeman, et al., 2014) ;
- Un processus impliquant des normes communes (Thomson, 2001) ;
- Interaction par négociation formelle et informelle (Thomson, 2001).

Pour étendre les définitions précédentes à la collaboration à l'intérieur des organisations (Kraus, 1980) identifie certaines des caractéristiques des groupes collaboratifs, après étude de la collaboration comme un mode de contrôle organisationnel alternatif aux structures hiérarchiques :

- une communication efficace entre les membres du groupe ;
- facilitation de l'entraide et réduction de l'obstructionnisme ;
- la division des responsabilités et du pouvoir est réalisée de manière à favoriser l'atteinte des objectifs, et est basée sur la connaissance et l'expertise des membres ;
- une bonne coordination des tâches ;
- les membres partagent les mêmes idées et valeurs.
- les bonnes technologies en support au processus (Frayret, et al., 2003).

3.3 Les structures de la collaboration

Il existe plusieurs formes de la collaboration avec plusieurs nominations ce qui les rend confuses, nous récapitulons quatre catégories les plus trouvées dans la littérature :

3.3.1 Entreprise virtuelle

Les entreprises forment une alliance temporaire pour partager leurs aptitudes, compétences de base et ressources afin de mieux répondre aux opportunités du business et des objectifs particuliers (Luczak, et al., 2005). Les partenaires s'intègrent en utilisant le TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) comme les services en ligne, l'Internet, etc. Ils n'ont pas de bureau central, pas de hiérarchie, et aucune intégration verticale (D1.1 SYNERGY, 2008).

3.3.2 Entreprise étendue

L'entreprise étendue est définie comme étant une forme d'organisation englobant tous les partenaires, fournisseurs, donneurs d'ordre, sous-traitants, concurrents. L'organisation est conçue comme un ensemble d'entités, mêlant leurs activités, en mettant en commun des ressources et en aménageant des contraintes afin d'essayer d'atteindre un ou plusieurs objectifs en commun ou pas (Villarreal, et al., 2005). Les entreprises se concentrent sur leurs compétences principales et externalisent tous les autres. Une entreprise étendue est une sorte de collaboration dans laquelle une entreprise étend ses frontières pour couvrir ses fournisseurs, clients et autres partenaires commerciaux (D1.1 SYNERGY, 2008). L'entreprise étendue ne peut réussir que si tous les groupes de composants et les individus disposent de l'information dont ils ont besoin pour faire du business efficacement. L'entreprise développe des relations à long terme avec leurs partenaires. Ce genre de collaboration est généralement mis en œuvre par les industries manufacturières qui collaborent avec d'autres entreprises de services financiers, transport et distribution (Ratchev, et al., 2000).

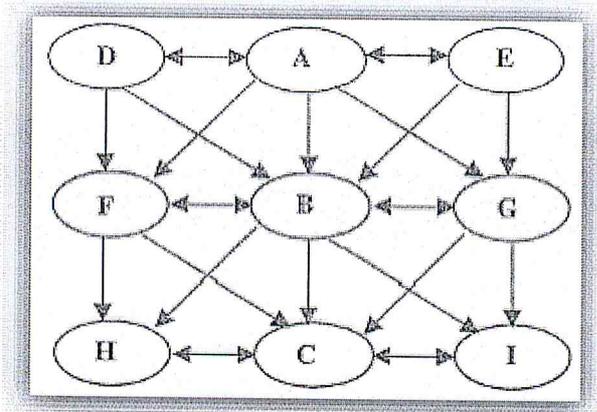


Figure I.1. Architecture de l'entreprise étendue (Villarreal, et al., 2005)

(Villarreal, et al., 2005) a pris en compte les deux formes suivantes :

3.3.3 Entreprise réseau

Caractérisée par la distribution de la séquence des activités de la chaîne de valeur entre les partenaires. Les différents intervenants dans l'entreprise réseau sont le donneur d'ordre, appelé firme pivot, les sous-traitants d'intelligence (ou sous-traitants de premier niveau) qui intègrent les sous-traitants détenant les compétences clés, ils peuvent aussi participer à la conception du produit ; et les sous-traitants de capacité ou de spécialité nommés sous-traitants de deuxième niveau qui sont ceux auxquels le donneur d'ordre fait appel, directement ou par l'intermédiaire du sous-traitant de premier niveau, pour exécuter une tâche bien déterminée sur la base d'un prix et d'un délai bien déterminés aussi. Cette forme d'entreprise réseau est régie par une collaboration verticale caractérisée par la dépendance du niveau inférieur vis-à-vis du niveau supérieur mais aussi les mécanismes d'incitations et de confiance jouent aussi un rôle.

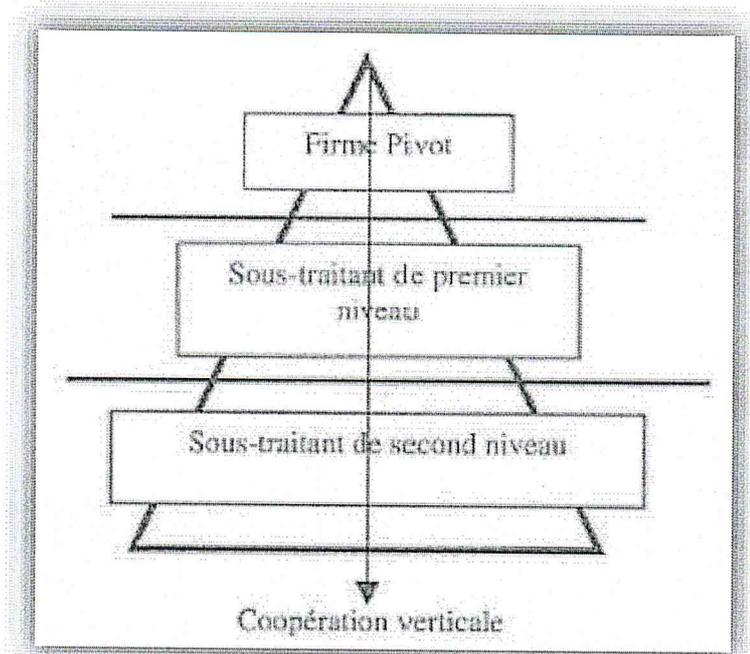


Figure I.2. Architecture de l'entreprise réseau (Villarreal, et al., 2005)

3.3.4 Réseau d'entreprises

C'est une sorte d'ententes horizontales entre entreprises, et non pas autour d'une firme pivot, de plus, diverses formes selon le type de partenaires sont présentes par les initiatives dans les réseaux (Burlat, et al., 1997) qui relèvent un principe de convergence entre la rationalisation interne de l'entreprise et la recherche de complémentarités et de compétences communes à l'extérieur auprès d'autres entreprises :

- ❖ entre grands groupes multinationaux sous la forme d'alliances, joint-ventures, etc. ;
- ❖ entre grandes entreprises et des PME (petites et moyennes entreprises) – PMI (petites et moyennes industries) ;
- ❖ entre PME où l'association des partenaires induit des relations d'interdépendance mutuelle.

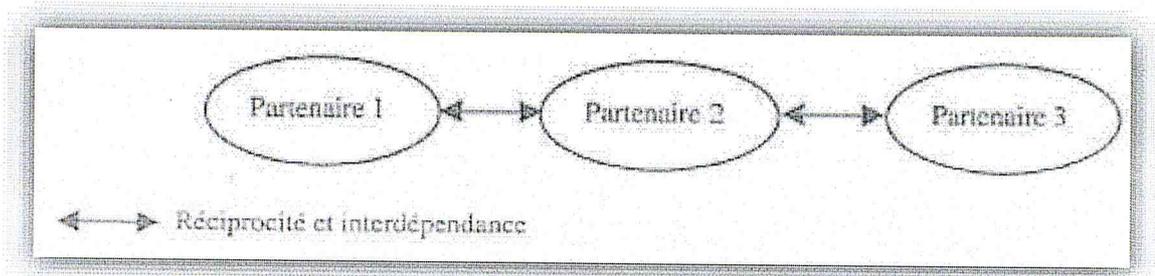


Figure I.3. Architecture du réseau d'entreprises (Villarreal, et al., 2005)

3.4 Les niveaux de collaborations

Un niveau de collaboration est la manière dont les entreprises peuvent envisager leurs collaborations, en termes de nature de relation entre les partenaires, de topologie, d'objectif commun, de fréquence ou encore « d'intimité » de la relation.

Les résultats des travaux de (Bouzguenda, 2006), (Camarinha-Matos, et al., 2006) et la définition de (ICC, 1999) donnent une même vision synthétique sur les niveaux de collaboration que (Touzi, 2007) et (Rajsiri, 2009). Donc nous pouvons classer la collaboration en quatre niveaux où chaque niveau englobe le niveau précédent :

3.4.1 Communication

Échange de donnée. Les entreprises et les organisations communiquent, échangent et partagent des informations afin d'optimiser leur fonctionnement individuel, en utilisant des interfaces de communication basiques comme l'Internet, et l'EDI (Electronic Data Integration) qui autorisent une communication asynchrone. Ce niveau de collaboration consiste en un échange simple des données des entreprises.

3.4.2 Coordination

Partage et synchronisation de tâches. Les entreprises et organisations réalisent des tâches en fonction de leurs partenaires et réciproquement. Les entreprises partagent ou mettent à disposition leurs compétences (applications, fonctions, services) à leurs partenaires. Néanmoins chaque entité pourrait avoir un objectif différent et utiliser ses propres ressources et méthodes pour l'amélioration de leurs performances individuelles donc ce niveau correspond en fait à un stade individuel.

3.4.3 Coopération

Poursuite d'un objectif commun. Les différents partenaires ont leurs propres objectifs et stratégie, mais ils poursuivent tous un objectif commun. La poursuite de cet objectif nécessite la mise en place d'un processus collectif que les partenaires doivent définir et au sein duquel ils doivent s'intégrer. La collaboration à ce niveau est fédérée et peut être prise en charge par l'EAI (Enterprise Application Integration) ou SOA.

3.4.4 Intégration

Appartenance transparente à une même entité. A ce niveau de collaboration l'échange de données, le partage des tâches et la poursuite des objectifs communs sont inhérents au fait que les entreprises et organisations se trouvent intégrées au sein d'une même entité (virtuelle ou concrète). L'interopérabilité peut être considérée comme un moyen de parvenir à cette intégration. Tous les obstacles à l'interopérabilité sont supprimés.

3.5 Niveaux de maturité collaborative

(Touzi, 2007) propose les niveaux de compatibilité collaborative suivants qu'il a qualifié de niveaux de maturité collaborative :

- **Communicante** : capable d'échanger et de partager des informations. C'est l'aptitude initiale des entreprises à disposer d'interfaces de communication élémentaires autorisant une communication asynchrone.
- **Ouverte** : capacité de partage des fonctionnalités et des services. Ce niveau correspond à l'aptitude des entreprises à ouvrir leurs compétences vers l'extérieur et leurs partenaires potentiels, mais également à pouvoir accéder aux fonctionnalités externes qui seraient mises à leur disposition. Les échanges doivent alors pouvoir être synchrones (Pingaud, 2003).
- **Fédérée** : aptitude à travailler selon un comportement collectif. Ce stade nécessite à l'organisation de maîtriser ses propres processus afin de pouvoir s'intégrer au processus collaboratif (on trouve ici une connexion naturelle vers les certifications de type *ISO* ou *Capacity Maturity Model*).
- **Interopérable** : capacité à s'immerger au sein d'une entité plus vaste et à en devenir un composant actif susceptible de participer au comportement (la

circulation des données, la gestion des applications et l'exécution des processus) de l'abstraction dans laquelle il s'est fondu. L'interopérabilité peut donc être vue comme un moyen (en tant que capacité) d'atteindre l'intégration.

3.6 Relations inter-entreprises

Les relations inter-entreprises permettent de décrire les rôles des acteurs participants dans la collaboration, (Frayret, et al., 2003) synthétise une liste quasi-exhaustive des relations inter-entreprises néanmoins (Fombrun, et al., 1982) propose une classification qui couvre la liste de (Frayret, et al., 2003) :

3.6.1 La concurrence ou la relation horizontale (concurrents et autres entreprises du même secteur)

Concerne la collaboration entre les entreprises du même business ou industrie. Un réseau qui a ce type de relation est dans une situation de substituabilité en termes d'offres. Les partenaires sont actuellement en compétition pour les mêmes ressources, ou la production de produits similaires afin d'augmenter la puissance de négociation. La relation horizontale s'appuie sur le domaine de la gestion stratégique.

3.6.2 La sous-traitance, fournisseur-client, ou relations verticales (les fournisseurs d'équipement, de matériels, de composants ou de logiciels et les clients)

Concernent la collaboration entre une entreprise et ses fournisseurs. Les entreprises sont liées les unes aux autres par une interdépendance essentielle. Ce type de relation se trouve principalement dans l'industrie manufacturière où les entreprises sont situées dans différentes hiérarchies de la chaîne de production.

3.6.3 Groupes d'intérêts ou relations transversales (consultants, laboratoires privés R&D ou commercial, universités, instituts de recherche publics, centres de technologie)

Concernent les entreprises qui ne sont ni substituables ni essentiellement interdépendantes, mais ajoutant de la valeur réciproque. Les partenaires offrent des services qui seraient un avantage aux autres. Les partenaires établissent leur

relation afin d'atteindre les mêmes intérêts, tels que le développement partagé de technologie ; ce sont des organisations inscrites dans différents secteurs ou domaines d'activités mais qui vont trouver un intérêt commun.

3.7 Qualification de la collaboration

La collaboration est un terme vaste qui peut être décrit, abordé et caractérisé de différentes manières :

3.7.1 Les réseaux de collaboration

Établir une collaboration conduit à la mise en place d'un réseau de collaboration. Les réseaux de collaboration changent dans le temps et ont des limitations dues aux hétérogénéités de partenaires (Rajsiri, 2009).

Un réseau de collaboration comme étant une alliance constituée d'une variété d'entités (organisations et personnes) qui sont largement autonome, géographiquement distribués et hétérogènes en termes de leur environnement d'exploitation, culture, capital social et objectifs, mais qui collaborent pour mieux atteindre des objectifs communs ou compatibles, et dont les interactions sont soutenus par un réseau informatique. La plupart des formes de réseaux de collaboration impliquent une sorte d'organisation au cours des activités, identifient les rôles pour les participants et certaines règles de gouvernance (Camarinha-Matos, et al., 2006).

(Poulin, et al., 1994) définit un réseau de collaboration différemment, qui l'a décrit en termes de composants constituant. Un réseau est un ensemble de nœuds et de liens entre ces nœuds. Les composants d'un réseau sont décrits comme suit::

- Un nœud peut être un individu, un outil, un service, un département, une entreprise, ou même un groupe d'entreprises. Chaque nœud possède ses propres caractéristiques.
- Les liens déterminent la façon dont les différents nœuds sont reliés et interagissent entre eux. Ce sont de multiples formes de partenariat. Chaque liaison peut être considérée comme un vecteur de flux.
- Les relations entre les partenaires d'un réseau définissent la portée dans laquelle ils interagissent en définissant leurs objectifs communs, type de partenariat, et les règles de gouvernance.

- Le flux peut être défini comme le mouvement des matériaux (par exemple, des informations, des produits, des flux de contrôle, etc.) entre les nœuds.

3.7.2 Configuration d'un réseau de collaboration

En se basant sur plusieurs études théorique (Rajsiri, 2009) adopte ces principaux critères nécessaires pour décrire et analyser un réseau de collaboration :

La stratégie du réseau :

- **Objectif commun** : Un objectif commun décrit la raison pour laquelle le réseau est établi en termes de produits ou de services à offrir aux clients.
- **Relation** : la relation décrit la mise en place de la stratégie entre les partenaires.

La structure du réseau :

- **Partenaire** : Un partenaire peut être une entreprise, une organisation. Il est décrit par les attributs suivants : les compétences, les capacités, la culture, la motivation. (l'apprentissage, le transfert des connaissances, l'amélioration de la compétitivité, etc.), les objectifs, la localisation et les rôles dans le réseau.
- **Structure organisationnelle** : Un réseau peut avoir une structure de haut niveau, ou une structure fonctionnelle. La structure de haut niveau peut être décrite par une topologie. La structure fonctionnelle est représentée par une dépendance ou un flux de ressources entre les activités.

Le comportement du réseau :

- **Durée** : Un réseau peut avoir une durée de vie courte ou longue, ce qui peut être prédéfini ou non.
- **Stabilité** : Un réseau est statique lorsque les mêmes partenaires forment le réseau tout au long de son cycle de vie. Il est dynamique lorsque certains partenaires peuvent rejoindre ou quitter le réseau quand ils le veulent.

3.7.3 Topologies de réseau de collaboration

La topologie sert à décrire la structure du réseau, et inclut également les aspects durée, stabilité, et prise de décision. (Katzy, et al., 2000) propose les trois topologies suivantes :

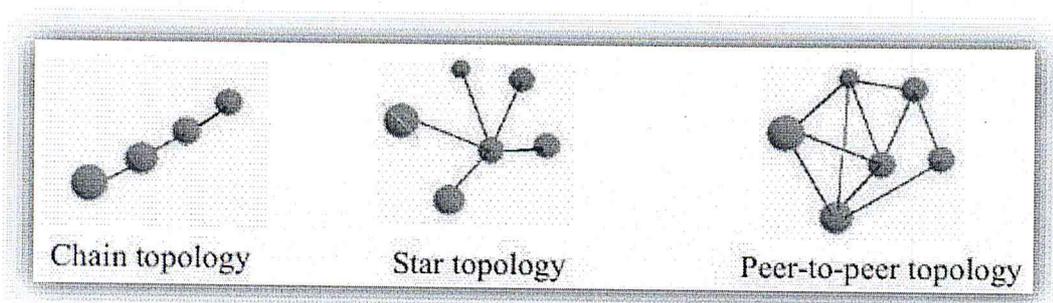


Figure I.4. Les trois types basiques de topologies de réseau (Katzy, et al., 2000)

3.7.3.1 Une chaîne ou topologie orientée processus

Peut être définie comme un système coordonné d'organisations, personnes, processus et ressources qui déplace des informations ou des services d'un bout (par exemple producteur, fournisseur) à un autre (par exemple consommateur ou client). La topologie en chaîne se compose de plusieurs partenaires qui collaborent afin d'atteindre un objectif spécifique. Les partenaires sont connectés dans le bon ordre basé sur leur hiérarchie définie par la direction de transfert de ressource. L'architecture du réseau de chaîne est le plus souvent à durée déterminée et à long terme. Ce type de réseau est adopté principalement pour la manufacturière, tel que la production, et les chaînes de distribution. Il est conçu pour traiter, par exemple, la coordination et contrôle inter-organisationnelle, et le changement rapide des quantités de logistique

3.7.3.2 Une topologie en étoile (hub-and-spoke)

Se compose d'un partenaire central gérant l'ensemble du réseau. Tous les autres membres sont directement liés au partenaire central. Ce type de topologie correspond à une entreprise étendue dans laquelle chaque membre fournit des fonctionnalités clés, et un membre éminent qui 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, la grande industrie de fabrication automobile. Le partenaire centrale détient le pouvoir de prise de décision et coordonne les tâches par des méthodes différentes. Il peut diriger et modifier l'ensemble du réseau en fonction de ses stratégies, compétences, et pouvoir politique. Dans l'industrie automobile, qui a développé des réseaux de fournisseurs de niveau, la structure de ce réseau est une

hiérarchie stable de fournisseurs qui sont conduits par un fabricant original d'équipement (OEM) (Laubacher, et al., 1997). Cependant, la structure de gestion centralisée peut causer des problèmes de goulots d'étranglement et l'échec

3.7.3.3 Une topologie peer-to-peer (pair à pair)

Elle est orientée projet, elle implique des relations mutuelles entre tous les partenaires. Elle est caractérisée par l'absence de hiérarchie où tout pair peut interagir directement avec n'importe quel autre pair. Leur gestion est généralement basée sur l'auto-organisation. Les compétences de gestion sont distribuées au sein des membres et le pouvoir de décision est égal pour chaque membre. Ces réseaux semblent être appropriés dans les industries où l'accès à la connaissance et l'expertise est une préoccupation majeure. L'industrie de la biotechnologie, la communauté académique et l'industrie cinématographique à Hollywood sont des exemples de ce genre de réseau. Toutefois, l'établissement de tels réseaux nécessite une sélection rigoureuse des membres, développer et appliquer de codes solides de comportement, ainsi que d'investir dans un climat de confiance entre les pairs.

<i>Topologie</i>	Prise de décision	Durée	Stabilité
<i>Chaine</i>	Hiérarchique (chaîne de commande)	Longue (Continue)	Statique
<i>Étoile</i>	Centrale (un seul acteur dominant)	Longue (Continue)	Statique
<i>Pair-à-pair</i>	Égale (pas d'acteur dominant)	Courte (Discontinue)	Dynamique

Tableau I.1. Les principales caractéristiques des trois topologies (Rajsiri, 2009)

3.7.4 Mécanismes de dépendances et de coordination

Les mécanismes de coordination gèrent les ressources transférées entre deux activités, les dépendances peuvent être considérées comme le flux de ressources transférées entre les activités.

La dépendance et la collaboration sont mentionnées souvent avec l'organisation, ils sont reliés vu que la coordination est une solution à un problème causé par les dépendances.

(Crowston, 2003) classe trois types de base de dépendances : fit (ou convergence), flow (ou séquentielle) et sharing (ou partage). Ces trois types de dépendances proviennent des ressources qui sont associées à des activités multiples.

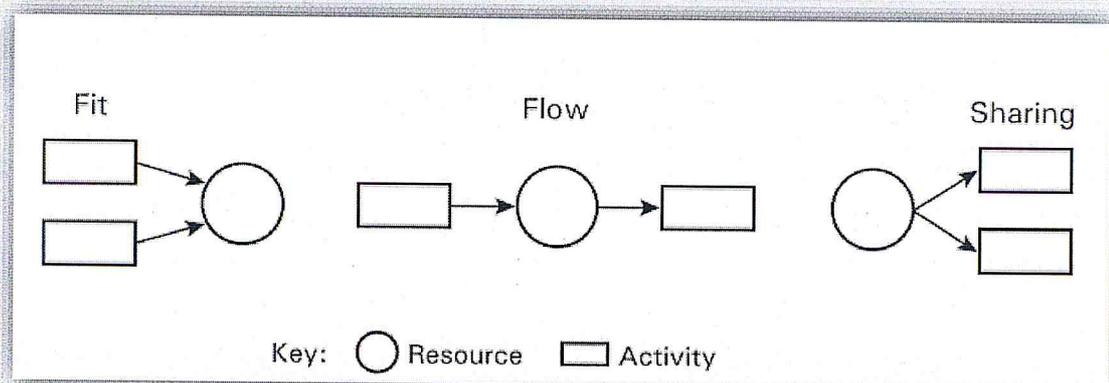


Figure I.5. Trois types de dépendances entre les activités (Crowston, 2003)

- Les dépendances de flux se présentent chaque fois que une activité produit une ressource qui est utilisée par une autre activité. Ce type de dépendance peut être considéré comme une relation fournisseur-client. Il peut se produire tout le temps dans presque tous les processus.
- Les dépendances de partage se produisent à chaque fois que des activités multiples utilisent la même ressource. Par exemple, lorsque deux activités doivent être faites par la même personne, ou d'utiliser la même machine. En outre, la nature (partageabilité et réutilisation / shareability and reusability) de la ressource a un impact sur ce type de dépendance.
 - ❖ Partageabilité décrit comment de nombreuses activités peuvent utiliser la ressource en même temps. La plupart des ressources (par exemple des matières premières, outils, ou l'effort) sont non partageable. Un acteur peut être affecté à plusieurs activités, mais fonctionne sur une

seule à un instant quelconque. Les ressources sont partageables si elles ne sont pas modifiées par les activités.

- ❖ Réutilisation décrit comment de nombreuses activités peuvent utiliser la ressource au cours du temps. Certaines ressources, tels que des outils ou des informations, peuvent être utilisés et réutilisés, mais d'autres, comme les matières premières, ne peuvent être utilisés qu'une seule fois.
- Les dépendances Fit (ou convergence) surviennent lorsque plusieurs activités produisent collectivement une ressource unique. Par exemple, lorsque plusieurs opérateurs produisent les mêmes parties (par exemple moteur, le corps, la transmission, etc.) d'une voiture.

4 Le processus collaboratif

Dans notre travail un processus collaboratif est un ensemble de processus métiers, vus comme des services abstraits partagés entre plusieurs organisations, nous allons voir quelques définitions et caractéristiques du processus collaboratif :

4.1 Définitions

D'une manière générale :

(Vernadat, 1999) définit un processus comme un ensemble d'activités exécutées afin d'atteindre au moins un objectif.

L' (ISO9001, 2000) définit un processus comme un ensemble d'activités qui transforment une entrée en une sortie.

(Morley, 2002) définit un processus comme : « *une organisation d'un ensemble finalisé d'activités effectuées par des acteurs mettant en jeu des entités* ».

Dans un contexte de processus collaboratif :

(Sodki, 2008) considère un processus interentreprises (collaboratif) comme un processus métier complexe impliquant plusieurs entreprises, il est le résultat de la coordination de plusieurs activités issues de plusieurs entreprises, dont ces activités échangent des informations et des services entre elles.

(Morley, et al., 2005) a souligné que dans un processus de collaboration l'aspect multi-organisationnel est essentiel parce que les partenaires ont leurs compétences spécifiques. Afin d'atteindre l'objectif de processus, ils fournissent les activités qu'ils peuvent effectuer.

(Touzi, 2007) a considéré les activités prévues par les partenaires comme leur processus interne. Mais, il a également déclaré, que du point de vue de l'entreprise, l'activité de collaboration peut être considérée comme un processus interne et présente une interface dédiée à la collaboration, sans que les détails de ce processus interne ne soient visibles pour les autres partenaires.

4.2 Caractéristiques du processus collaboratif

En se basant sur les travaux de (Touzi, 2007), (SAIB, et al., 2013) et (Esper, 2010) nous pouvons souligner les concepts collaboratifs et les caractéristiques industrielles d'un processus collaboratif suivantes :

- **Une activité** : un élément d'action atomique ou unité de décomposition fonctionnelle d'un processus, exprime la transformation d'une entrée en une sortie ou décrit comment l'objectif d'un processus détaillé peut être obtenu. Il s'agit d'un ensemble d'opérations à réaliser par des machines et / ou des humains. Cet ensemble peut appartenir à des opérations de production, de communication ou de contrôle ;
- **Un graphe d'activités** : qui représente l'enchaînement des activités essentielles pour atteindre l'objectif ;
- **Un rôle** : décrit l'organisation ou la responsabilité des acteurs dans le processus, il est un regroupement parfois limité à une seule activité ou bien intégrant différentes activités (associées à des processus différents) effectuées par un seul acteur ;
- **Un objectif** : représente l'intention ou l'attente de la finalité du processus ;
- **Une fonction de transition** : qui commande le progrès du processus, exprime une contrainte d'enchaînement entre deux activités, l'ensemble des transitions d'un processus représente l'ordonnancement de ses activités. Elle peut être utilisée simultanément avec ou à la place de concepts d'événement d'entrée et de

résultat. Une condition peut être associée à une transition et dans ce cas la transition n'est réalisée que lorsque la condition est remplie ;

- **Des ressources** : des moyens, des informations, ou des outils utilisés par l'activité, ils peuvent être un ensemble d'équipements ou technologies (matériel, logiciel, méthode, information, humain) ;
- **Un acteur** : est un élément actif responsable d'une ou plusieurs activités dans un processus (individu, entité organisationnelle ou machine), il assure l'exécution des travaux d'un processus ;
- **Une relation** : définit l'interaction entre les participants (concurrence, sous-traitance / fournisseur-client, groupe d'intérêt) ;
- **Un processus** : un système dynamique qui exécute un ensemble d'instructions pour atteindre un objectif et décrit comment un processus abstrait sera mis en œuvre, il peut être :
 - ❖ Un processus globale : il représente seulement l'objectif et peut être décomposé en processus ;
 - ❖ Un processus détaillé : décrit les contenus du système en montrant les détails de ses opérations principalement ses activités.

Le processus a aussi trois types :

- ❖ Le processus principal : ses objectifs reflètent le but principal du système à un niveau élevé auquel il appartient ;
 - ❖ Le processus secondaire : sa contribution n'est pas stratégique ;
 - ❖ Le processus de gestion : il a pour objectif le contrôle des autres processus.
- **Une tâche** : le plus petit élément d'une activité, la tâche n'a pas d'autonomie par rapport à l'activité de laquelle elle dépend ;
 - **Un événement** : il s'agit d'un stimulus qui provoque une réaction d'une activité. Cet événement n'implique aucun acteur de l'activité et ne consomme aucune de ses ressources. L'événement peut être divisé en trois catégories :
 - ❖ Un événement interne : est une stimulation qui est générée à l'intérieur des frontières. Elles peuvent être les frontières du processus, les frontières du domaine dans lequel le processus est exécuté ou les frontières de l'organisation ;

- ❖ Un événement temporaire : a un terme périodique (temps, fréquence ou échéance écoulé) qui est associée à une réponse de l'organisation ;
- ❖ Un événement externe : est un stimulus que nous ne pouvons pas gérer. Il s'agit d'un acteur ou un système externe.

Une seconde spécialisation de l'événement selon son but est la suivante :

- ❖ Un événement déclencheur : provoque l'exécution de la première tâche de l'activité. C'est le cas le plus fréquent ;
 - ❖ Un événement interrupteur : conduit à l'arrêt d'une activité, même si toutes les tâches ne sont pas achevées. Dans ce cas, d'autres tâches spécifiques peuvent être effectuées ;
 - ❖ Un événement de modification : modifie la séquence du processus.
- **Un résultat** : est un produit issu de l'exécution d'une activité ou bien un changement d'état du système, il est associé à l'achèvement d'une activité. Un résultat peut être une ressource, une entrée ou un événement interne à une autre activité de processus et peut être de différentes natures : matériel, documentaire ou informationnel ;
 - **Une entrée** : est un élément qui sera modifié pendant l'exécution de l'activité.
 - **Un scénario** : c'est un texte ou un schéma pour simuler l'exécution d'une instance d'un processus, il est généralement fictif ;
 - **Une condition** : exprime une restriction de l'exécution d'une tâche, ou de déclenchement d'une transition, peut être associée à un événement.

Les caractéristiques suivantes d'un processus collaboratif peuvent être également extraites à partir des définitions précédentes (Rajsiri, 2009), en soulignant la cohérence entre les caractéristiques de la collaboration et ceux du processus collaboratif en termes d'objectifs communs, les rôles des partenaires, des échanges de ressources entre activités (dépendances), différentes compétences constituant les relations entre les partenaires, et ainsi de suite:

- Prend place entre plusieurs entités indépendantes (entreprises, organisations ou individus) ;
- Des Objectifs communs à atteindre ;
- Implique la gouvernance entre les entités concernées ;

- Différentes entités fournissant une compétence particulière et jouant un rôle spécifique ;
- Entités indépendantes échangeant des ressources et exécutant leurs activités en collaboration pour atteindre l'objectif.

5 Conclusion

Dans ce chapitre, une revue de la littérature nous a conduits à relever une diversité de connaissances sur la collaboration inter-organisationnelle. L'étude des trois aspects (l'organisation, la collaboration et le processus collaboratif) nous a permis d'extraire les caractéristiques nécessaires pour la conception de notre méta-modèle de collaboration inter-organisationnelle. Cette conception du méta-modèle est basée sur l'approche MDA¹ (Model Driven Architecture) que nous abordons dans le chapitre suivant.

¹ <http://www.omg.org/mda/>

Chapitre 2. Présentation du concept de la méta-modélisation

1. Introduction

Une bonne conception d'un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle est une étape indispensable pour la réussite de cette dernière. La démarche fournie par la MDA est une référence proposée par l'OMG² (Object Management Group) pour atteindre l'interopérabilité des modèles et des applications logicielles.

Ce chapitre expose cette approche ainsi que ses apports par rapport à la conception d'un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle.

2. Ingénierie Dirigée par les Modèles (IMD - Model Driven Engineering / MDE)

Selon (Favre, et al., 2006) l'IDM³ peut être vue comme une famille d'approches qui se développent à la fois dans les laboratoires de recherche et chez les industriels impliqués dans les grands projets de développement logiciels.

Cette approche permet de passer d'une vision plutôt contemplative des modèles à une vision réellement productive face à la complexité des plateformes. Elle vise non seulement à favoriser un « génie » logiciel plus proche des métiers en autorisant une appréhension des applications selon différents points de vues (modèles) exprimés séparément donc un système peut être décrit par différents modèles liés les uns aux autres. Le concept est d'adopter pour chaque aspects chronologiques ou technologiques du développement du système un langage de modélisation DSML (Domain Specific Modeling Language) différent, appelé également métamodélisation.

L'IDM intègre également comme fondamentales la composition et mise en cohérence de ces perspectives. En automatisant la prise en charge des outils relatifs à la validation des modèles, les transformations et les générations de code, elle se veut productive.

² <http://www.omg.org>

³ http://en.wikipedia.org/wiki/Model-driven_engineering

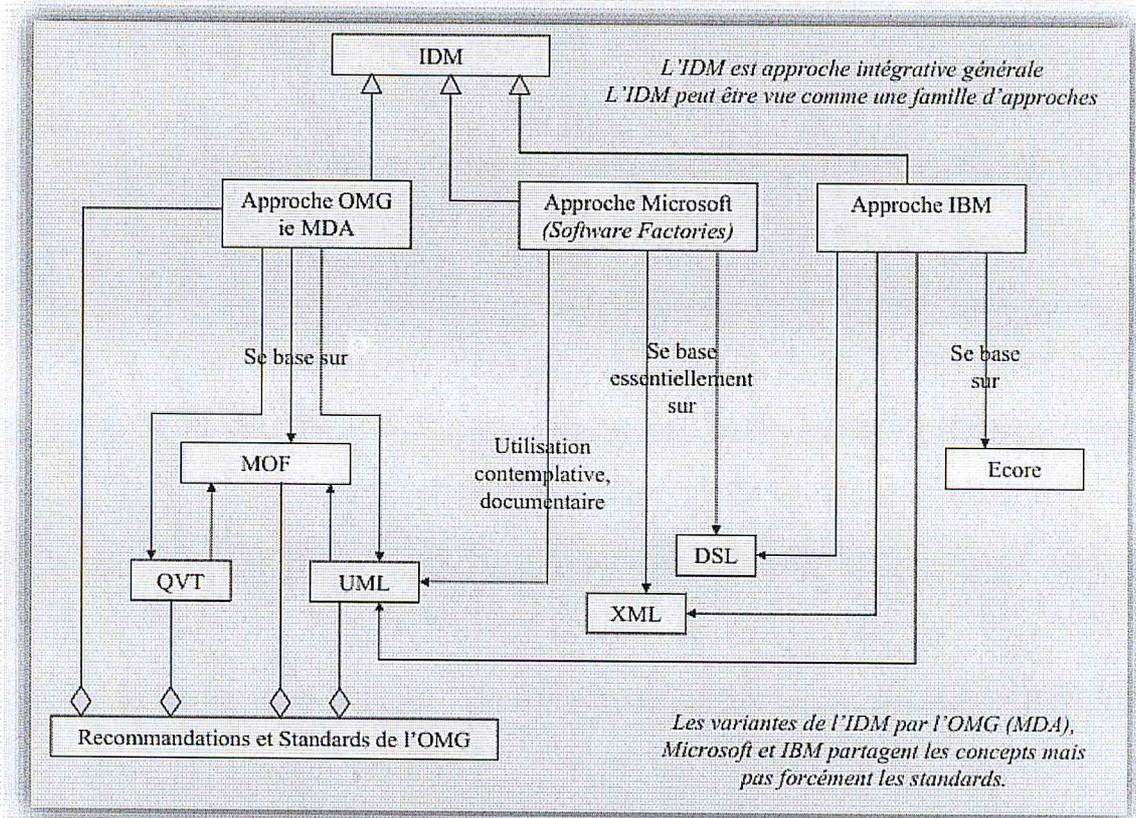


Figure II.1 : Approches orientées modèles en ingénierie du logiciel, des systèmes et des données (Rousse, 2007)

2.1 Les notions fondamentales du l'IDM

En reprenant les notations et exemples des documents (Favre, et al., 2006) :

2.1.1 Le modèle

Un modèle est une description, une spécification partielle, une simplification d'un système construit dans une intention particulière.

Le modèle doit pouvoir répondre à des questions en lieux et place du système modélisé. Son but est de faciliter la compréhension et simuler le fonctionnement d'un système.

Le modèle est utilisé pour « décrire » un système existant. C'est le cas d'une carte topographique. Certains modèles, comme le plan d'un architecte, servent à « spécifier » un système à construire.

Un modèle est écrit dans un langage non ou peu formel (la langue naturelle), ou bien formel, bien défini et non ambigu (syntaxe, grammaire, sémantique) on parle de métamodèle.

2.1.2 *Le métamodèle*

Un métamodèle est un modèle qui définit le langage d'expression d'un modèle. Un métamodèle est un moyen concret de définir un langage, ce n'est pas un langage.

La métamodélisation permet de définir des DSML dont leur utilisation est préconisée par l'IDM. La définition d'un langage de modélisation dédié à un domaine particulier (DSML) accorde aux utilisateurs des concepts propres à leur métier et dont ils ont la maîtrise.

Contrairement à une idée parfois véhiculée, un métamodèle n'est pas un modèle d'un modèle. Un métamodèle est un modèle d'un langage de modélisation et un modèle n'est pas une instance d'un méta-modèle. L'instanciation est un concept de l'approche objet qui ne se retrouve pas dans tous les espaces technologiques.

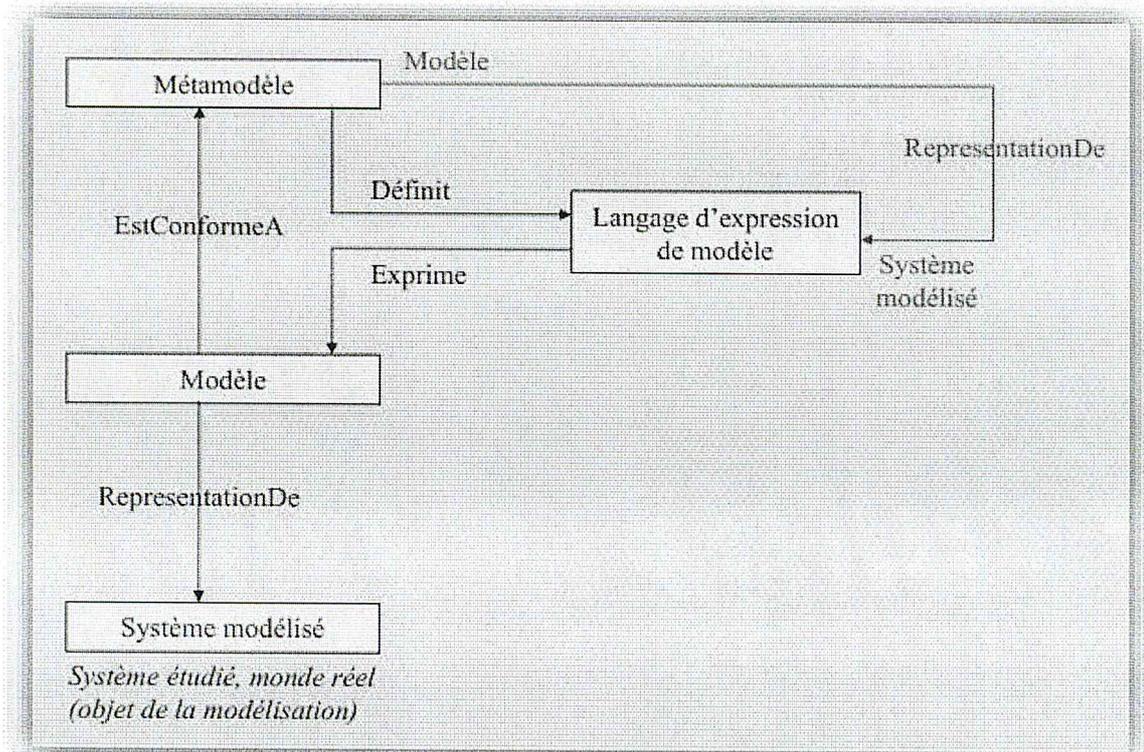


Figure II.2 : Système modélisé, modèle, langage, métamodèle (Rousse, 2007)

Un modèle est conforme à son méta-modèle c'est la relation EstConformeA.

2.1.3 Le métamétamodèle

Un métamétamodèle définit les notions de base permettant l'expression des métamodèles et des modèles. C'est une description du langage dans lequel un métamodèle est écrit : un métamodèle pour les métamodèles.

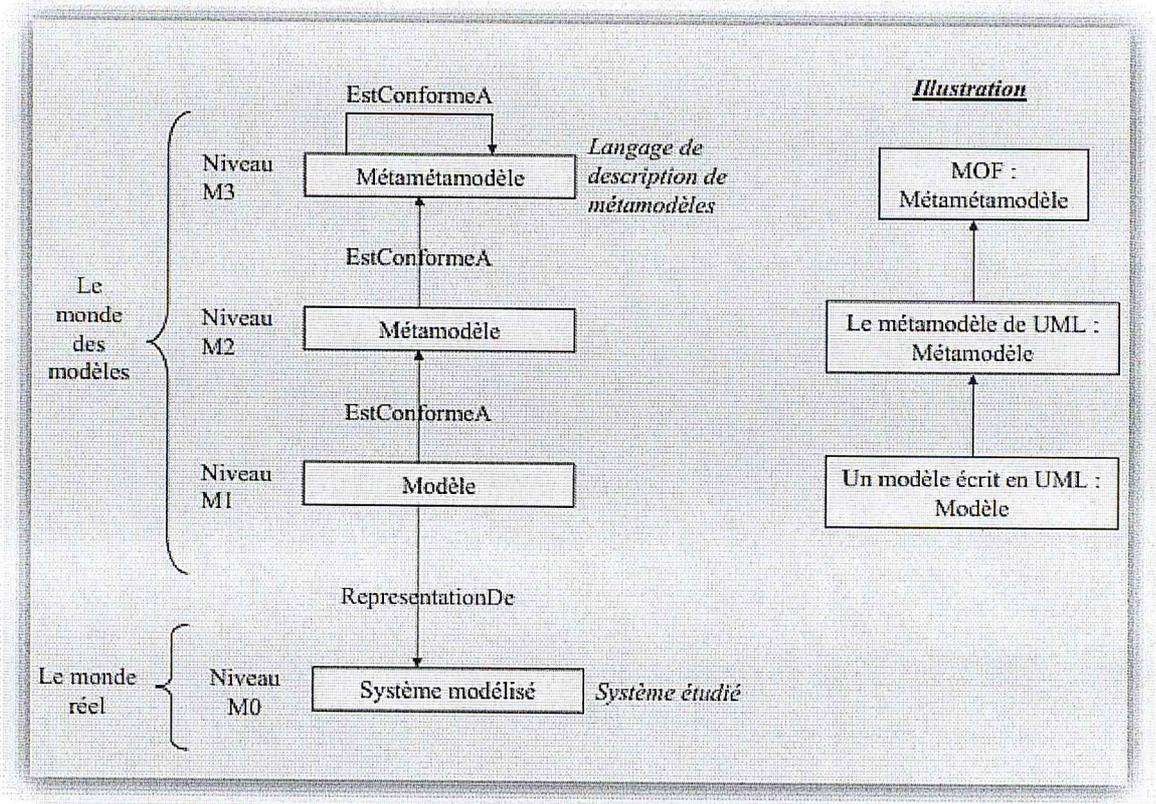


Figure II.3 : Architecture multi-niveaux pour les modèles (Rousse, 2007)

2.2 La modélisation et la métamodélisation

La modélisation offre une description des éléments d'un système et leurs relations permettant de mieux comprendre les situations complexes. (LEMOIGNE, 1990) définit la modélisation comme suit : « *la modélisation est l'élaboration et la construction intentionnelle par composition de symboles, de modèles susceptibles de rendre intelligible un phénomène perçu complexe, et d'amplifier le raisonnement de l'acteur projetant une intention délibérée au sein du phénomène* ». Les démarches de modélisation sont trouvées dans tous les domaines scientifiques comme les sciences exactes, sociales, économiques, de gestion et les sciences de l'ingénieur...

Concernant la modélisation d'entreprise (Vernadat, 1996) la définit comme un terme générique qui couvre l'ensemble des activités, méthodes et outils servant à modéliser les différentes parties d'une entreprise. Elle est un outil indispensable pour

capitaliser la connaissance de l'entreprise et l'appréhender sous ses différents aspects : structurel, fonctionnel, comportemental, informationnel, organisationnel ou autre.

L'architecture multiniveau de la MDA institue les concepts de base de l'IDM et positionne les standards de base de la modélisation et métamodélisation dans MDA. Chaque aspect technologique du développement du système nécessite un langage de modélisation différent. La métamodélisation est la définition de ces langages.

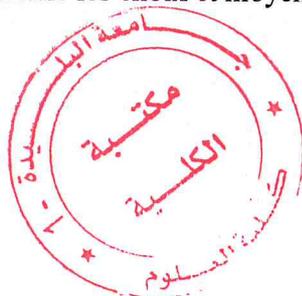
La métamodélisation est l'activité consistante à définir le métamodèle d'un langage de modélisation. Elle vise donc à bien modéliser un langage, qui joue alors le rôle de système à modéliser (Benoît, 2008).

La métamodélisation permet aussi de définir la sémantique du langage, de mettre en œuvre des analyseurs, des compilateurs, des générateurs de code et plus généralement, à construire un ensemble d'outils exploitant les méta-modèles. L'activité de méta-modélisation et celle de modélisation sont influencées par les mêmes facteurs. Cependant, la méta-modélisation se différencie de la modélisation du fait de la nature double des facteurs d'influences et du double niveau d'expertise nécessaire à cette activité (Plantec, 2013).

2.3 L'architecture dirigée par les modèles (Model Driven Architecture)

L'approche MDA est une variante de l'IDM proposée et soutenue par l'OMG depuis Novembre 2000, basée sur des technologies et standards de l'OMG: UML, MOF, OCL, CWM, QVT...

L'objectif de base est de faire évoluer les modèles en partant d'un modèle métier (**CIM - Computation Independent Model**) qui concerne l'organisation, les objectifs, les processus et les responsabilités, à partir de ce dernier élaborer un modèle indépendant des plateformes (**PIM - Platform Independent Model**) qui concerne les connaissances et les informations et enfin transformer le modèle PIM en un ou plusieurs modèles spécifiques à la plate-forme cible (**PSM - Platform Specific Model**) qui concerne les choix et moyens technologiques accessibles.



Dans cette approche les modèles évoluent au rythme requis par l'organisation et non pas par les évolutions des plateformes technologiques. Une plateforme est une base de travail complète de fonctionnalités cohérentes fournit pour des applications supportées.

3 L'intérêt de l'utilisation de l'approche MDA

Les organisations opèrent de manière différente de plus en plus, le monde aujourd'hui tend vers un regroupement des entreprises comme résultat du phénomène de la mondialisation, la crise économique et leurs répercussions sur l'ordre économique et sociologique.

Les activités d'une organisation dépendent de plus en plus des activités effectuées à l'extérieur de ses frontières en les confiant à des partenaires dans des cadres de réseaux de collaboration. *Frances Hesselbein* décrit cette situation comme suit : « *We are just at the beginning of an era of essential partnerships, alliances, and coalitions. We are learning to build community beyond the walls of the organization, with the same kind of initiative and energy we have used in building the organization within the walls* ».

Les organisations à but non lucratif, publiques et entreprises ont tendance à collaborer suite à l'efficacité des efforts intégrés dans ce monde organique et dynamique et au niveau de domaines variés. (Coleman, et al., 2008) exprime cette efficacité à travers les intérêts de la collaboration suivants :

- Gain de temps ou d'argent (concret) ;
- Amélioration de la qualité (moins concret) ;
- Innovation et / ou apport du support à la décision (tangibile, mais moins que la qualité) ;
- Faciliter l'accès et les interactions avec les experts en la matière (non concret).

Dans le cadre de notre travail nous allons opter pour la conception d'une architecture collaborative basée sur l'approche MDA. La majorité des travaux

existants autour de l'interopérabilité sont basés sur MDA, pour leur garantie d'un haut niveau de flexibilité et une habilité de réutilisation.

3.1 Pourquoi une approche MDA ?

Les parties prenantes dans une collaboration sont complémentaire et sont en échange continu d'informations, la cohérence entre leurs systèmes doit être maintenu pour assurer une collaboration réussite sur laquelle dépend leurs interopérabilité.

L'(OMG., 2006) a proposé l'approche MDA comme référence pour atteindre l'interopérabilité entre les modèles des entreprises et les applications logicielles. (Garcia, 2005) cite trois raisons pour le choix d'une approche MDA :

- *«Tout d'abord pour séparer logique métier et technologies informatiques. Les éléments du métier sont stables et capitalisent le savoir-faire de l'entreprise. Il faut donc modéliser les processus métiers pour les rendre indépendants des technologies et aussi faciliter leur adaptation aux nouvelles technologies*
- *Ensuite parce que la technologie des objets et des composants n'a pas tenu ses promesses en termes de simplification de conception. La complexité de ces technologies est croissante et fait régulièrement appel à des techniques (« design patterns », « frameworks »,etc.) pour y remédier.*
- *Enfin, il devient urgent de stopper l'empilement des technologies. Des systèmes hétéroclites, qu'il devient difficile de faire communiquer et qui nécessitent des compétences nombreuses et variées pour maintenir et faire vivre le système d'information. »*

Notre travail se positionne à un niveau d'abstraction plus élevé que le niveau métier (CIM) de l'approche MDA, afin de capturer autant de connaissances que possible sur la collaboration (le chapitre 1) et puis la conception d'un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle en se basant sur ces connaissances.

L'approche MDA place les modèles et surtout les méta-modèles au centre du processus de développement dans un but productif. Un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle générique partagé par plusieurs domaines de connaissances et qui couvre un nombre maximale de concepts possibles, est notre choix pour faciliter l'interopérabilité et la compréhension entre les différents modèles des organisations qui doivent être conforme à ce métamodèle. Les modèles permettent de décrire les données, le métamodèle permet de décrire les modèles.

4 Conclusion

Nous avons parcouru les bases de l'approche MDA qui sont considérées comme des piliers pour les travaux autour de l'interopérabilité. MDA est adoptée en tant que squelette pour notre solution avec ces concepts qui répondent aux exigences de la collaboration.

La MDA nous permet d'atteindre un niveau d'abstraction plus élevé conduisant à une conception d'un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle le plus générique possible. Notre challenge dans le chapitre suivant est de donner une description détaillée du métamodèle de collaboration inter-organisationnelle et de montrer l'apport de notre travail par rapport aux travaux existants sur la collaboration.

Chapitre 3. Présentation du métamodèle de collaboration inter- organisationnelle

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons en premier, une étude des quelques travaux existants concernant la collaboration. Nous positionnons ensuite notre travail par rapport à ces travaux et présenter notre contribution. La suite de ce chapitre est dédiée à une description détaillée du méta-modèle que nous proposons pour la collaboration inter-organisationnelle.

2. Synthèse des travaux existants et positionnement

Comme nous l'avons mentionné auparavant un travail de recherche notable a été effectué sur la collaboration. Cependant, elle reste encore un sujet de pointe et fait face à pas mal de problèmes tels que la diversité du domaine, l'interopérabilité et la variété des technologies utilisées. Dans ce qui suit, nous présentons une synthèse d'un certain nombre de travaux portant sur la collaboration et qui sont basés sur l'approche MDA. Nous présentons par la suite, l'apport de notre travail.

2.1 Travaux existants

Le travail de (Touzi, 2007) porte sur la transformation des modèles entre les différents niveaux de MDA. L'approche propose la transformation du processus métier collaboratif représenté en BPMN⁴ (Business Process Model and Notation) en un système d'information collaboratif représenté en UML. Cette solution suppose que les partenaires peuvent fournir le modèle du processus collaboratif. Cependant cette supposition n'était pas réalisable de point de vue de l'utilisateur. C'est pour cela que vient la travail de (Rajsiri, 2009) qui a traité le niveau CIM de l'approche MDA pour compléter la proposition de (Touzi, 2007).

La solution de (Rajsiri, 2009) est de définir le processus collaboratif en utilisant une base de connaissance. Cette dernière est définie par une ontologie d'un réseau de collaboration (**Collaborative Network Ontology /CNO**) qui est composée d'une ontologie de collaboration (**Collaboration Ontology /CO**) et une ontologie de

⁴ <http://www.bpmn.org>

processus collaboratif (**Collaborative Process Ontology /CPO**). L'ontologie **CNO** représente principalement les concepts de base d'une collaboration inter-entreprises. L'approche définit une entreprise virtuelle via la collaboration des processus métiers des entreprises.

Les travaux de (SAIB, et al., 2013) traitent la collaboration entre les processus métiers des systèmes d'entreprise ; ils se sont basés sur les travaux de (Rajsiri, 2009). Ils ont proposé deux ontologies. La première nommée **Collaborative network ontology**. 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 collaboratives et les caractéristiques industrielles d'un processus métier.

(Mertins, et al., 2014) proposent à réduire les crises routières par la mise en place d'un réseau collaboratif d'acteurs hétérogènes qui visent à résoudre cette situation cruciale. Les crises routières rencontrent un certain nombre de problèmes : le manque de coordination entre les acteurs, la dispersion des informations concernant la crise, etc. Dans le niveau CIM de leur approche basée MDA, ils ont défini un métamodèle pour traiter les informations sur les crises routières. D'une part, en se basant sur des modèles de gestion de crise généraux. D'autre part, en intégrant des notions spécifiques au domaine des crises routières.

2.2 Notre contribution

Dans ce mémoire, nous proposons un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle. Ce dernier, modélise un réseau de collaboration entre deux ou plusieurs organisations, ayant un ou plusieurs objectifs en commun. Le métamodèle présente une collaboration qui peut être appliquée au cas des entreprises et des différentes organisations. Ainsi il couvre différents concepts liés à la collaboration comme les ressources, la durée, les règles qui régissent la collaboration, les types des relations entre les partenaires, les rôles des partenaires ainsi que la prise de décision. Les processus fournis par les partenaires sont détaillés dans le métamodèle, de sorte que les caractéristiques collaboratives et industrielles des processus sont prises en compte. Ce métamodèle est la base pour la définition d'une base de connaissance dans

la suite du projet globale SCIOW-Web Social (Service de Collaboration Inter organisationnelle basée web social).

Dans le Tableau III.1, nous avons établi une étude comparative des travaux existants cités ci-dessus, et positionner notre travail par rapport à ces derniers. Les critères que nous avons considérés pour mener cette étude sont les suivants :

- Le but du travail pris en compte ;
- Les concepts modélisés dans le travail qui sont considérés comme des concepts phares ;
- La représentation considérée, selon qu'il s'agisse d'une ontologie ou d'un métamodèle UML ;
- Le contexte de la collaboration qui peut être spécifique ou général.

<i>Travail</i>	But	Concepts principaux	Représentation	Contexte
<i>Collaborative Network Ontology (Rajsiri, 2009)</i>	Spécification d'un processus collaboratif automatiquement à partir d'un cas de collaboration	réseau collaboratif, relation, rôle, participant, but commun, topologie, services	Ontologie	Collaboration inter-entreprises
<i>Collaborative Network Ontology (SAIB, et al., 2013)</i>	Interconnecter des systèmes hétérogènes quelles que soient leurs technologies et offrir les outils nécessaires pour prédire le scénario de la collaboration et la rendre dynamique	réseau collaboratif, relation, rôle, participant, but commun, ressource, processus abstrait, coordinateur, type de collaboration	Ontologie	Collaboration des systèmes des entreprises
<i>Metamodel for transport crisis management (Mertins, et al., 2014)</i>	Créer un réseau de collaboration pour des acteurs hétérogènes, visant à résoudre les problèmes des crises routières	partenaire, réseau collaboratif, objectif commun, objectif de performance, environnement, capacité, médiateur, processus collaboratif	Métamodèle UML	Collaboration pour la gestion de crise routière
<i>Métamodèle de la collaboration inter-organisationnelle (Notre travail)</i>	Développer un éditeur de modèle de collaboration générale en se basant sur un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle	collaboration, relation, rôle, participant, but commun, ressource, processus, topologie, règle, structure, durée, ressource	Métamodèle UML	Collaboration inter-organisationnelle

Tableau III.1 : Comparaison des approches proposées pour l'exploitation de la collaboration

Le **But** principal des travaux ci-dessus est la collaboration, bien qu'il y ait une différence dans les détails de chaque collaboration. Le travail de (Rajsiri, 2009) se focalise sur la collaboration entre les entreprises au sein d'une entreprise virtuelle alors que notre travail considère la collaboration entre les organisations au sein des différentes structures de la collaboration (entreprise virtuelle, entreprise étendue, entreprise réseau et réseau d'entreprises) et rajoute d'autres idées. Le travail de (SAIB, et al., 2013) concerne la collaboration entre les systèmes d'entreprise. Finalement le travail de (Mertins, et al., 2014) est appliquée au cas particulier de la collaboration pour la gestion des crises routières.

Les **Concepts principaux** sont les concepts clés modélisés dans une collaboration. Certains concepts sont communs à plusieurs travaux comme le participant et l'objectif commun. D'autres sont spécifiques au contexte de la collaboration.

Concernant la **Représentation**, on distingue notamment l'utilisation des ontologies pour la capture et la représentation des connaissances dans le niveau CIM pour les travaux de (Rajsiri, 2009) et (SAIB, et al., 2013). Pour notre cas, on est dans un niveau d'abstraction plus élevé que le niveau CIM. Une ontologie sera développée en se basant sur le métamodèle dans la suite du projet globale SCIOW-Web Social. Idem pour le cas des travaux de (Mertins, et al., 2014), leur métamodèle est utilisé pour le développement d'une ontologie dans la suite de leur projet.

Nous avons remarqué que les travaux de collaboration existants représentent chacun un **Contexte** spécifique de la collaboration (informatique ubiquitaire (SANCHO, 2010), gestion des risques (Villarreal, et al., 2005), etc.). Par conséquent il n'existe pas un métamodèle de collaboration commun, pouvant être utilisé pour modéliser un processus collaboratif pour différents types de collaboration. Nous avons donc envisagé un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle, dans lequel nous regroupons un nombre maximal de notions concernant la collaboration afin qu'il soit le plus générique possible. Le méta-modèle proposé prend en considération les différentes structures de la collaboration : entreprise virtuelle, entreprise étendue, entreprise réseau et réseau d'entreprises. Il porte également sur les processus fournis par les partenaires de la collaboration en ajoutant leurs caractéristiques collaboratives

et industrielles. Ainsi, les partenaires peuvent donner leur vision du processus collaboratif.

3. Description du métamodèle de collaboration inter-organisationnelle

A partir de l'état de l'art présenté précédemment, nous regroupons les différentes notions et contraintes identifiées concernant la collaboration en trois aspects : **Organisation**, **Collaboration** et **Processus Collaboratif** afin de modéliser la collaboration inter-organisationnelle. Ce regroupement des différents concepts du méta-modèle que nous proposons permet de faciliter la description de ce dernier.

Le méta-modèle présenté dans la Figure III.1 est orienté processus métier. Il décrit un système collaboratif entre plusieurs partenaires ainsi que les interactions entre eux, en respectant certaines contraintes.

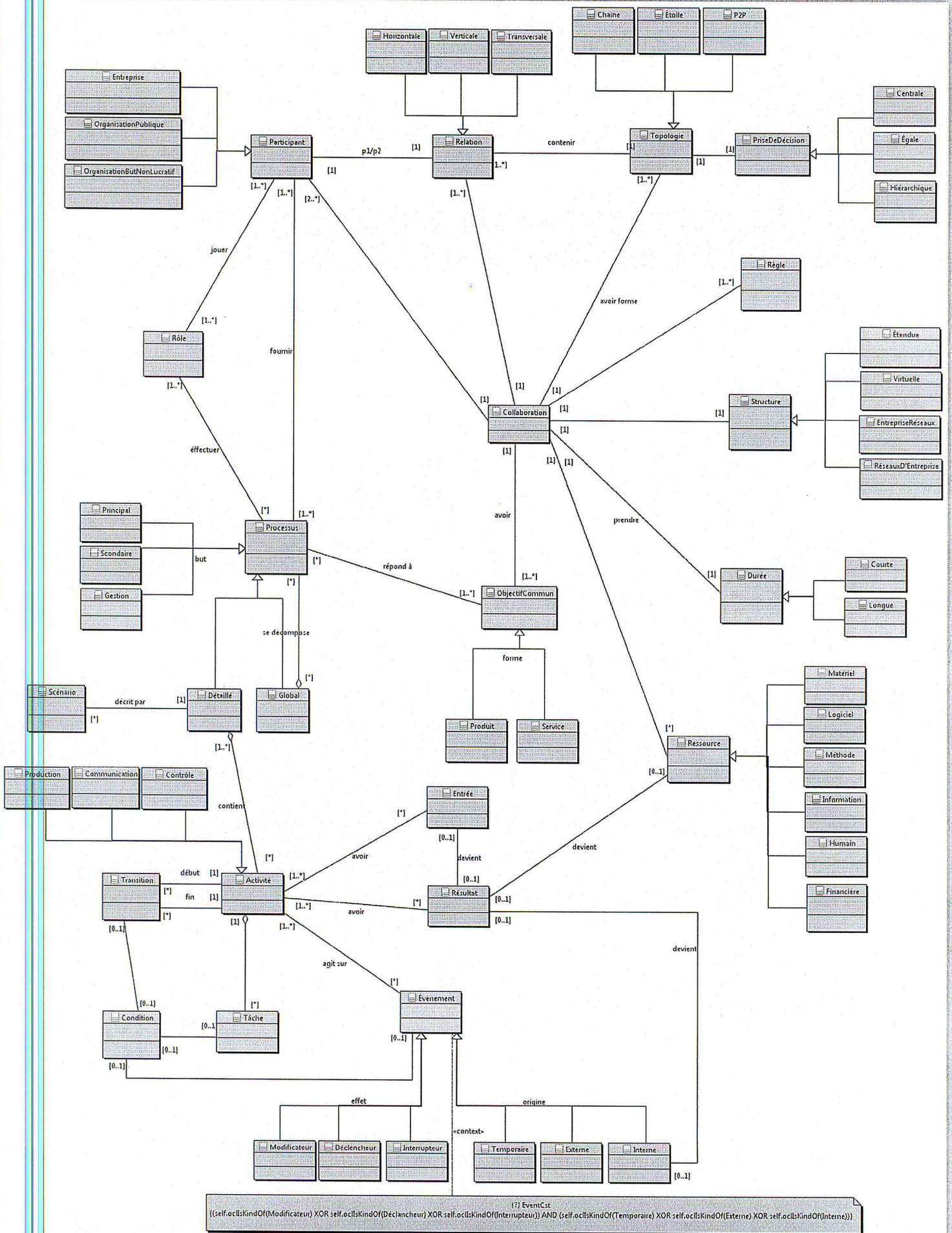


Figure III.1. Le métamodèle de la collaboration inter-organisationnelle

Dans ce qui suit, nous avons divisé le métamodèle en plusieurs petits diagrammes de classes décrivant les concepts du métamodèle. Les classes en couleur rouge dans un diagramme indiquent que c'est des classes qui ont été abordées dans les diagrammes précédents.

1.1 L'organisation

Permet de spécifier la nature des partenaires et les relations entre eux dans la collaboration. Elle est décrite par les classes suivantes :

- La classe *participant* désigne la nature des partenaires qui peuvent être une *entreprise*, une *organisation publique* ou bien une *organisation à but non lucratif*.
- La classe *relation* désigne le type de relation entre chaque deux partenaires, elle est soit *horizontale* qui concerne la collaboration entre entreprises qui sont dans le même secteur ou la même industrie, soit *verticale* qui concerne la collaboration entre une entreprise et ses partenaires lui fournissant un service complémentaire nécessaire vis à vis de ses actions, soit *transversale* qui concerne les entreprises qui sont en situation d'additivité annexe.
- L'association *P1/P2* désigne le fait que chaque relation relie deux participants P1 (participant 1) et P2 (participant 2). Concurrence (ou horizontale), soustraction, client/fournisseur (ou verticale) ou bien groupe d'intérêt (ou transversale).
- La classe *rôle* désigne les fonctions effectuées par chaque participant.

Un participant peut fournir un ou plusieurs processus, et jouer un ou plusieurs rôles (vendeur, producteur, exécuter d'opérations, négociateur, coordinateur, acheteur, etc.). Une collaboration peut avoir au moins deux participants, chaque deux participants sont liés par une relation (fournisseur-client/verticale, concurrence/horizontale, groupes d'intérêts/transversale).

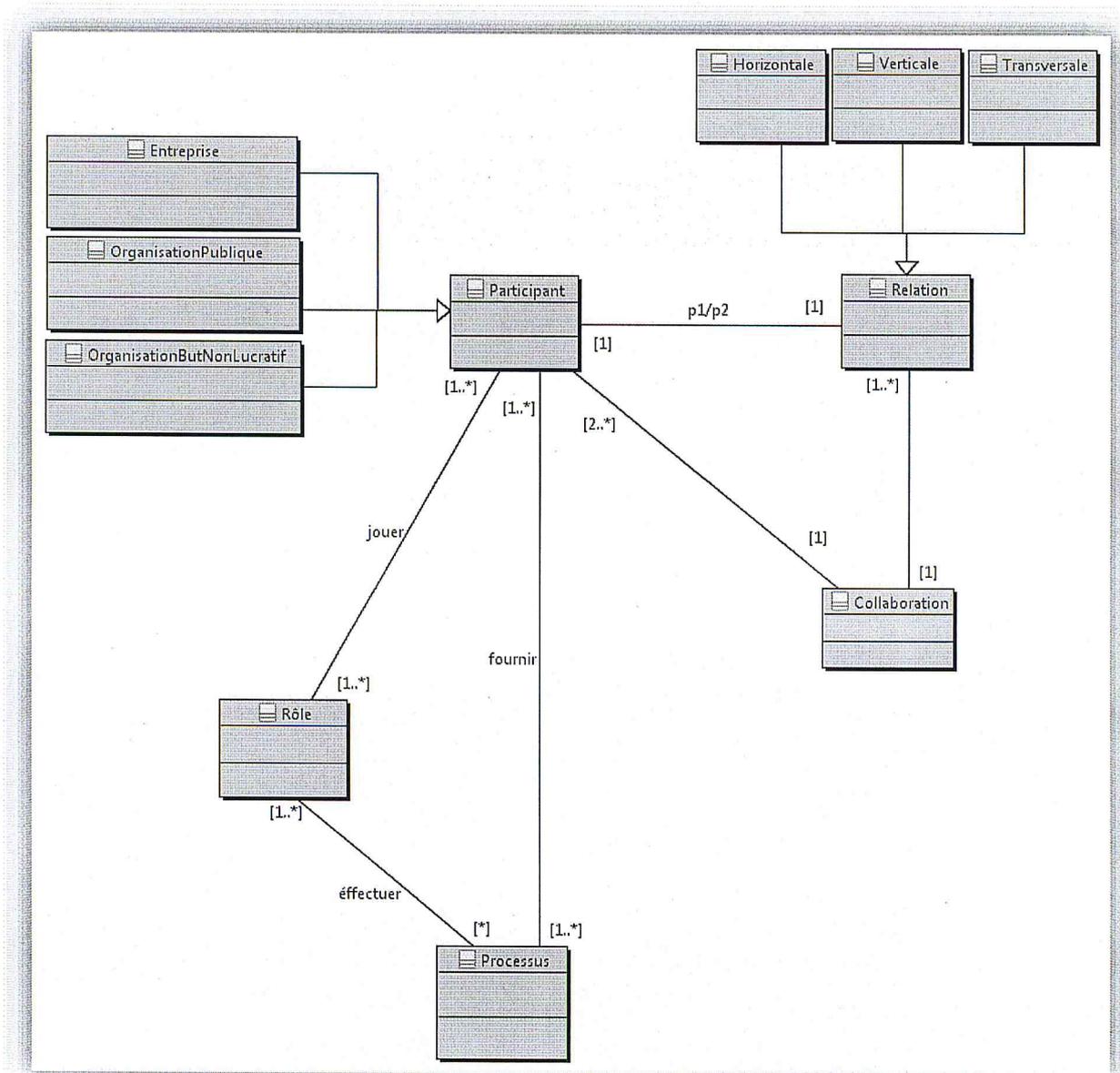


Figure III.1: Diagramme représentant le concept de l'Organisation (Participant)

1.2 La collaboration

Représente les caractéristiques de la collaboration d'une manière générique. Elle est décrite par les classes suivantes :

- La classe *collaboration* qui représente le réseau de collaboration.

- La classe *structure* désigne la forme de la collaboration qui peut être étendue, virtuelle, entreprise réseaux ou réseaux d'entreprise.
- La classe *durée* désigne l'aspect temporel de la collaboration qui peut être *longue* ou *courte*.
- La classe *règle* désigne les mesures qui régissent les relations des partenaires.
- La classe *ressource* désigne les différents moyens nécessaires pour réussir la collaboration qui peuvent être *matériel*, *logiciel*, *méthode*, *information*, *humain*, *financière* ... etc.

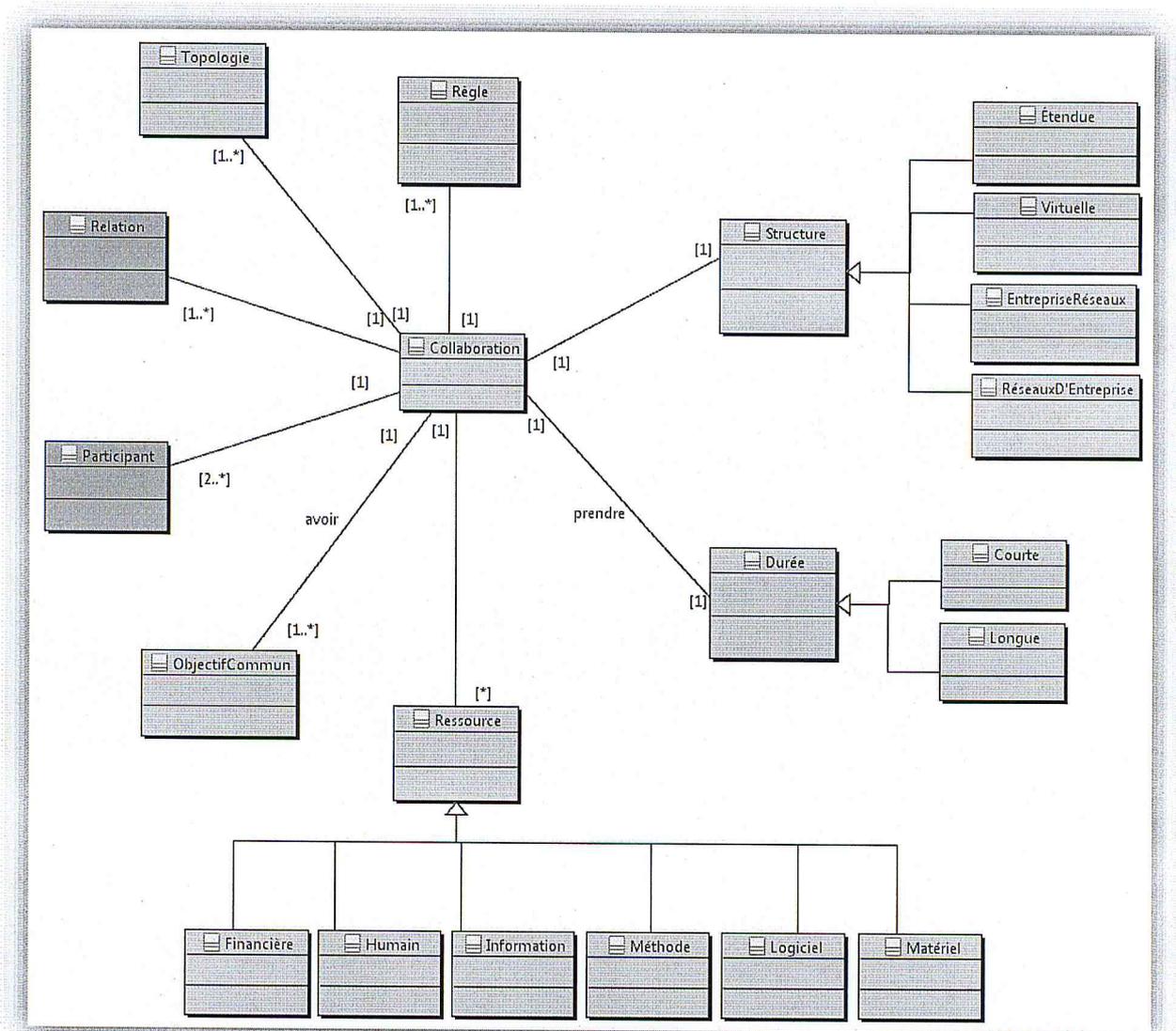


Figure III.2: Diagramme représentant le concept de la Collaboration

- La classe *topologie* désigne la forme du réseau de la collaboration, elle peut être en *chaîne* (ou orientée processus) dépend essentiellement de ses supérieurs et inférieurs hiérarchiques, en *étoile* (ou contracteur principal) est constituée d'une grande entreprise pilote autour de laquelle gravite une constellation de sous-traitants spécialisés ou en *peer-to-peer* ou (orientée projet) où il y a plusieurs relations entre tous les nœuds sans hiérarchie, ou bien une combinaison de ces trois structures.
- La classe *prise de décision*, chaque topologie a un concept de prise de décision qui peut être *centrale*, *égale* ou *hiérarchique*.
- Une *topologie* peut contenir une ou plusieurs *relations* qui peuvent être fournisseur-client/verticale, concurrence/horizontale ou groupes d'intérêts/transversale.

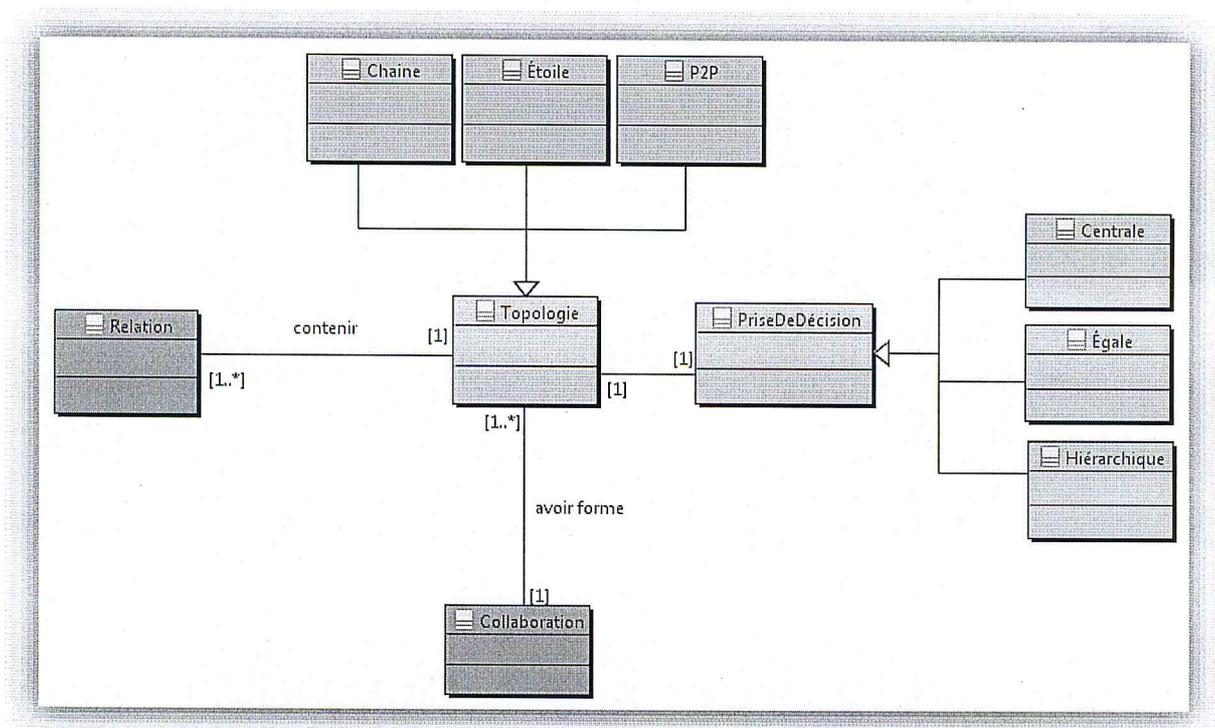


Figure III.3: Diagramme représentant la notion de Topologie

- La classe *objectif commun* décrit la raison pour laquelle la collaboration existe, il a une forme qui peut être un *service* ou bien un *produit*.

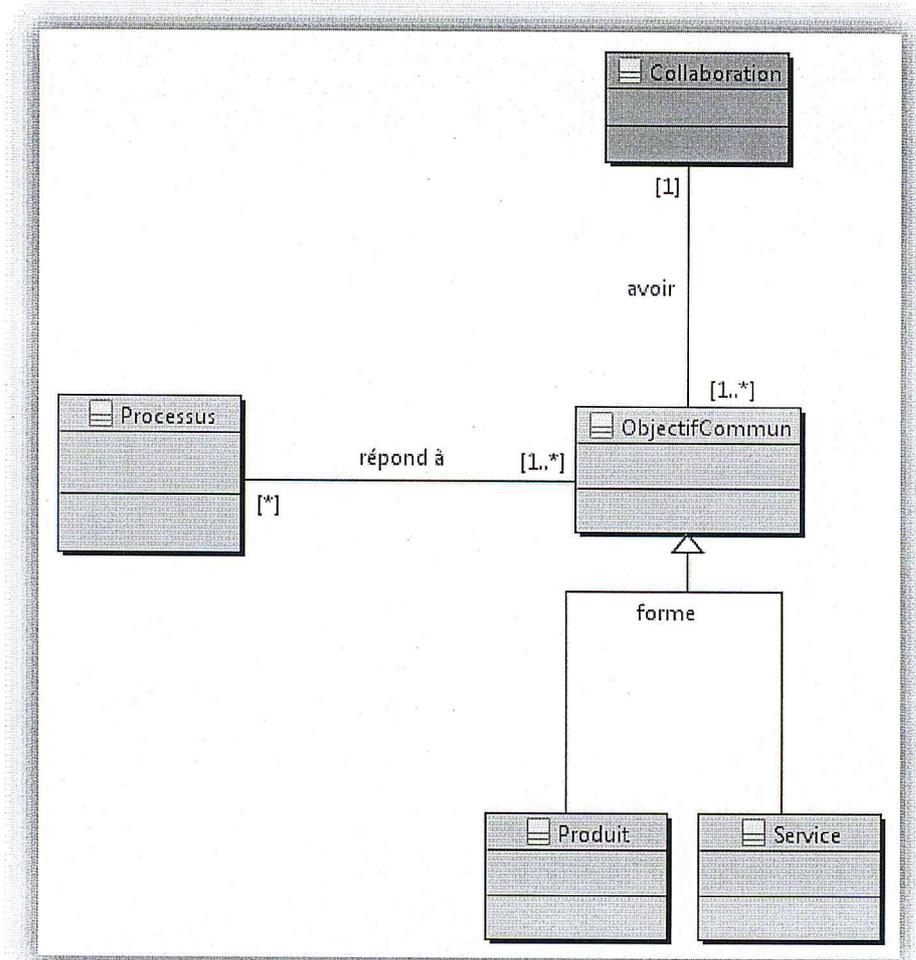


Figure III.4: Diagramme représentant la notion d'Objectif commun

1.3 Le processus collaboratif

Décrit les caractéristiques des processus métiers composant le processus collaboratif et leurs concepts industriels et collaboratifs. Il est représenté par les classes suivantes :

- La classe *processus* représente l'exécution d'un ensemble d'instructions pour atteindre un objectif commun. Le but d'un processus est soit *principal*,

secondaire ou bien de *gestion*. Plusieurs processus peuvent former un *processus global*. Un processus peut être décrit par un *processus détaillé*, ce dernier peut être simulé par un *scénario*.

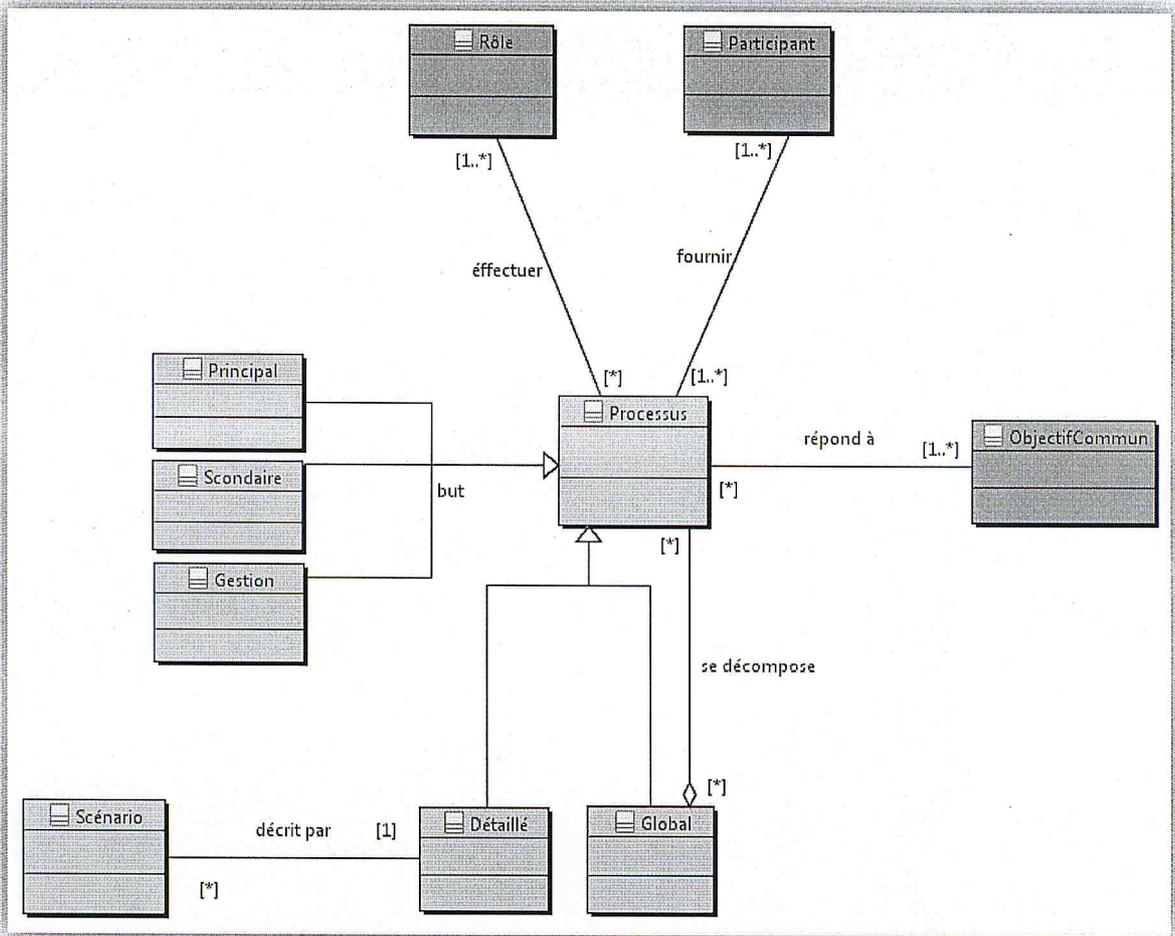


Figure III.5: Diagramme représentant la notion de Processus

- La classe *activité* désigne l'unité de décomposition fonctionnelle d'un processus, exprime la transformation d'une entrée en une sortie ou décrit comment l'objectif d'un processus détaillé peut être obtenu, elle peut être composée de plusieurs *taches*. Une activité peut avoir des *entrées* et des *résultats*.
- La classe *transition*, la transition commande le progrès du processus, l'ensemble des transitions d'un processus représente l'ordonnancement de ses

activités. Elle peut être utilisée simultanément avec ou à la place de concepts d'événement.

- La classe *condition*, la condition exprime une restriction de l'exécution d'une tâche, ou de déclenchement d'une transition, peut être associée à un événement.

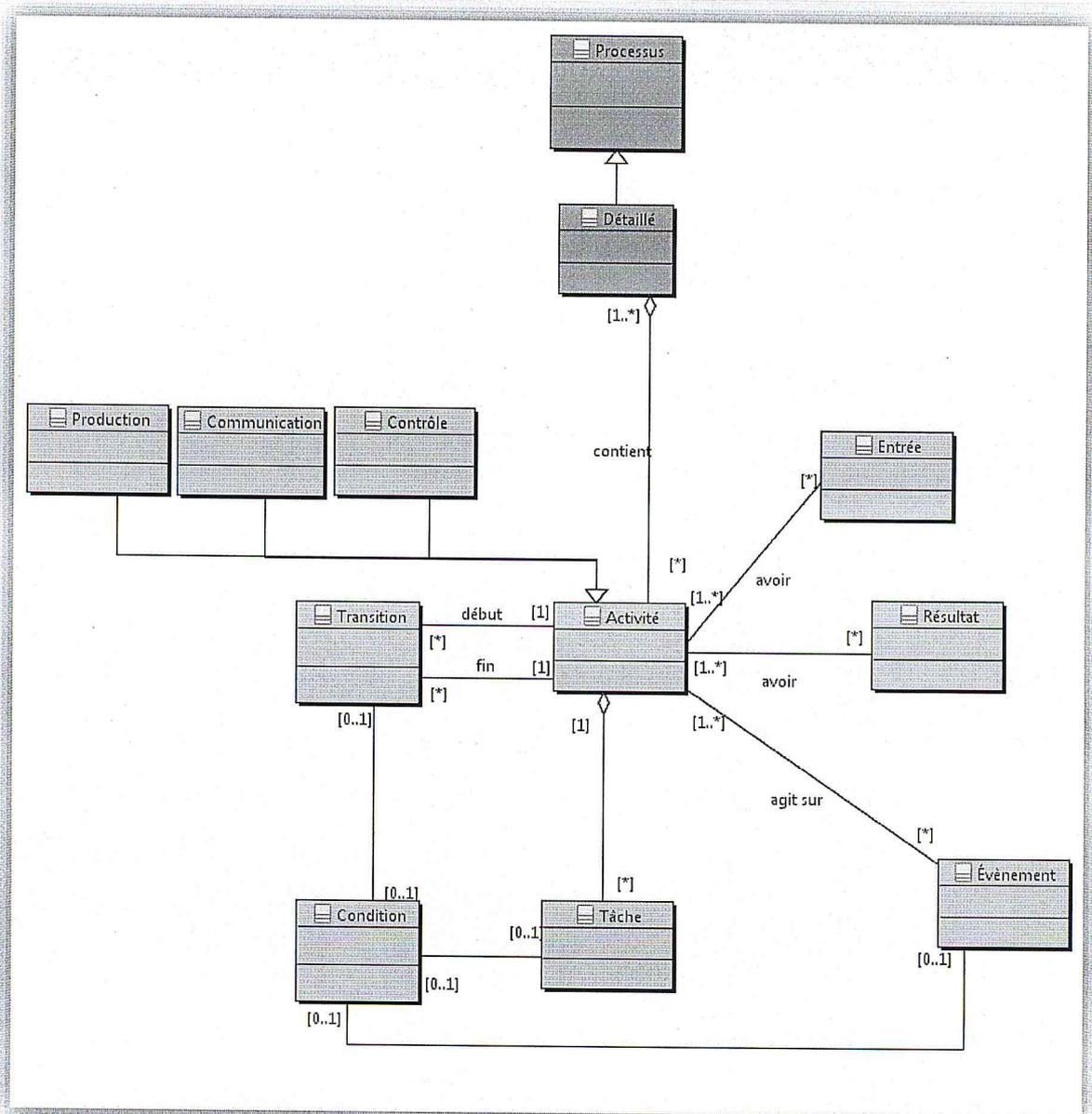


Figure III.6: Diagramme représentant la notion d'Activité

- La classe *événement*, l'évènement s'agit d'un stimulus qui provoque une réaction dans une activité. L'évènement peut être divisé en trois catégories : les

événements *internes*, *externes*, ou *temporaires*. L'effet provoqué par un événement est le déclenchement de l'activité correspondante. Cependant, dans certains cas, le type d'événement 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*.

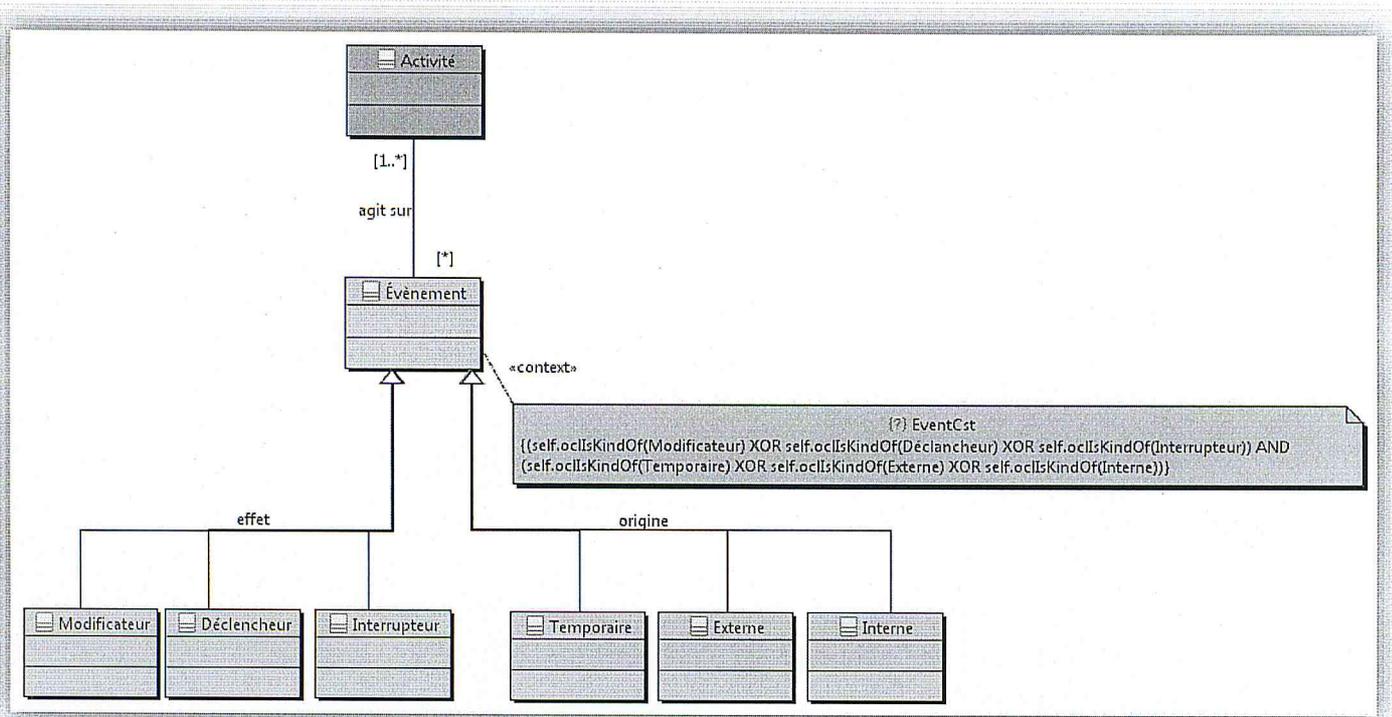


Figure III.7: Diagramme représentant la notion d'Évènement

- Le résultat issu de l'exécution d'une activité ou bien un changement d'état du système peut devenir une entrée pour une activité, une ressource ou bien un événement interne.

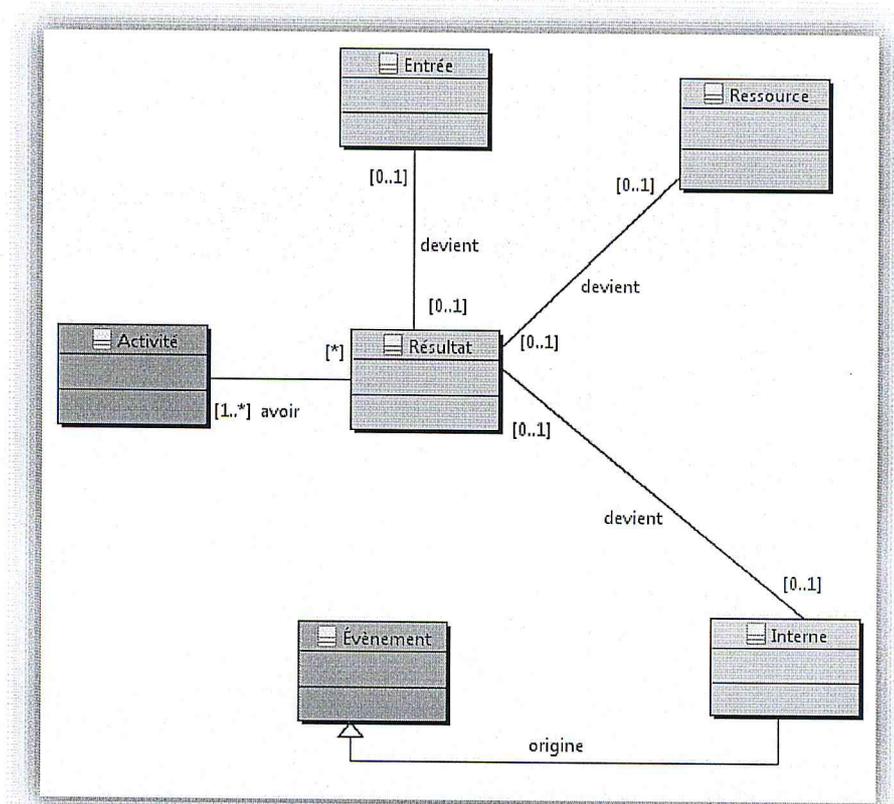


Figure III.9 : Diagramme représentant la notion de Résultat

2. Conclusion

Ce chapitre était consacré à notre contribution notamment le méta-modèle de collaboration inter-organisationnelle que nous avons conçu. Nous avons en premier fait une analyse comparative de quelques travaux portant sur la collaboration et qui sont basés sur l'approche MDA. Ensuite nous avons présenté notre méta-modèle sous forme de diagrammes de classes UML. Ainsi, dans le prochain chapitre, nous présentons l'implémentation de notre éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle qui est basé sur le méta-modèle de collaboration inter-organisationnelle présenté dans ce chapitre.

Chapitre 4.

Implémentation de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

1. Introduction

Après avoir présenté dans le chapitre précédent notre contribution au domaine de la collaboration, et donné une description détaillée de notre métamodèle de collaboration inter-organisationnelle, dans ce chapitre nous allons traiter les étapes de l'implémentation de l'application, à commencer par décrire les différentes technologies adoptées et utilisées pour sa réalisation à savoir l'environnement de travail et le Framework.

2. Environnement et outils de travail

La sélection des outils de travail pour notre étude est une étape difficile vue la variété des technologies existantes, notre choix a été fait par rapport aux objectifs et critères que nous avons été amenés à définir.

2.1 L'environnement de développement Eclipse

Eclipse⁵ appelé aussi Eclipse Project ou encore Eclipse Platform, est un environnement de développement intégré libre, puissant, extensible, universel et polyvalent, permettant de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation.

Eclipse est principalement écrit en Java, fruit du travail d'un consortium de grandes entreprises (IBM, Borland, Rational Rose, HP...). Il en résulte un IDE performant et openSource qui a su trouver sa place comme l'un des IDEs Java les plus populaires.

La spécificité d'Eclipse IDE vient du fait de son architecture totalement développée autour de la notion de plugin (en conformité avec la norme OSGi⁶) : toutes les fonctionnalités de cet atelier logiciel sont développées en tant que plug-in.

Eclipse est fournie sous forme de plusieurs packages comme une commodité pour les utilisateurs ; ils représentent des configurations communes de projets Eclipse

⁵ <http://www.eclipse.org>

⁶ L'OSGi Alliance (Open Services Gateway initiative) est une organisation qui spécifie une plateforme de services fondée sur le langage Java qui peut être gérée de manière distante.

qui sont souvent utilisés ensemble comme Eclipse Java EE pour le développement web. Dans notre cas nous allons utiliser Eclipse Modeling Tools⁷ qui propose des outils et des runtimes pour la création des applications à base de modèles.

2.2 Le framework GMF

GMF⁸ (Graphical Modeling Framework) 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 EMF⁹ (Eclipse Modeling Framework) qui est un framework de manipulation de modèle de données structurées et GEF (Graphical Editing Framework) qui 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 avec ce modèle.

Poussé par la popularité croissante de la MDA et la programmation générative, le projet GMF vient pour combler l'écart architectural entre le MEF et le GEF et compléter les technologies DSM¹⁰ (Domain-Specific Modeling), c'est pourquoi GMF est le meilleur choix pour le développement de notre éditeur.

⁷ <http://www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-modeling-tools/keplersr2>

⁸ <http://www.eclipse.org/modeling/gmf/>

⁹ <http://www.eclipse.org/modeling/emf/>

¹⁰ DSM est une méthode de l'ingénierie du logiciel pour la conception et le développement des systèmes informatiques particuliers. Elle implique l'utilisation systématique des DSL dont les DSML, pour représenter les différentes facettes d'un système.

3 Présentation de l'application (Objectifs et fonctionnalités)

3.1 Objectifs

L'idée de base derrière le développement de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle est la collecte et la formalisation des connaissances recueillies auprès des partenaires afin de modéliser la collaboration.

L'éditeur fournit un outil de conception assistée qui a comme entrée les connaissances sur la collaboration exprimées par tous les partenaires impliqués dans le réseau de collaboration étudié et qui donne comme sortie un fichier XML¹¹ (Extensible Markup Language) représentant le modèle de la collaboration.

L'éditeur est une sorte d'espace de conception avec des outils qui permettent aux utilisateurs de créer, et de caractériser leurs modèles de réseaux de collaboration graphiquement. La collecte des connaissances auprès des partenaires nécessite une communication efficace entre les utilisateurs de l'éditeur et les participants de la collaboration.

3.2 Fonctionnalités

Le diagramme de cas d'utilisation suivant décrit ce que l'éditeur est supposé faire. L'acteur principal est l'**Utilisateur** de l'éditeur, il se charge de créer et modifier les modèles et de se renseigner sur les propriétés de chaque élément :

¹¹ <http://www.w3.org/XML/>

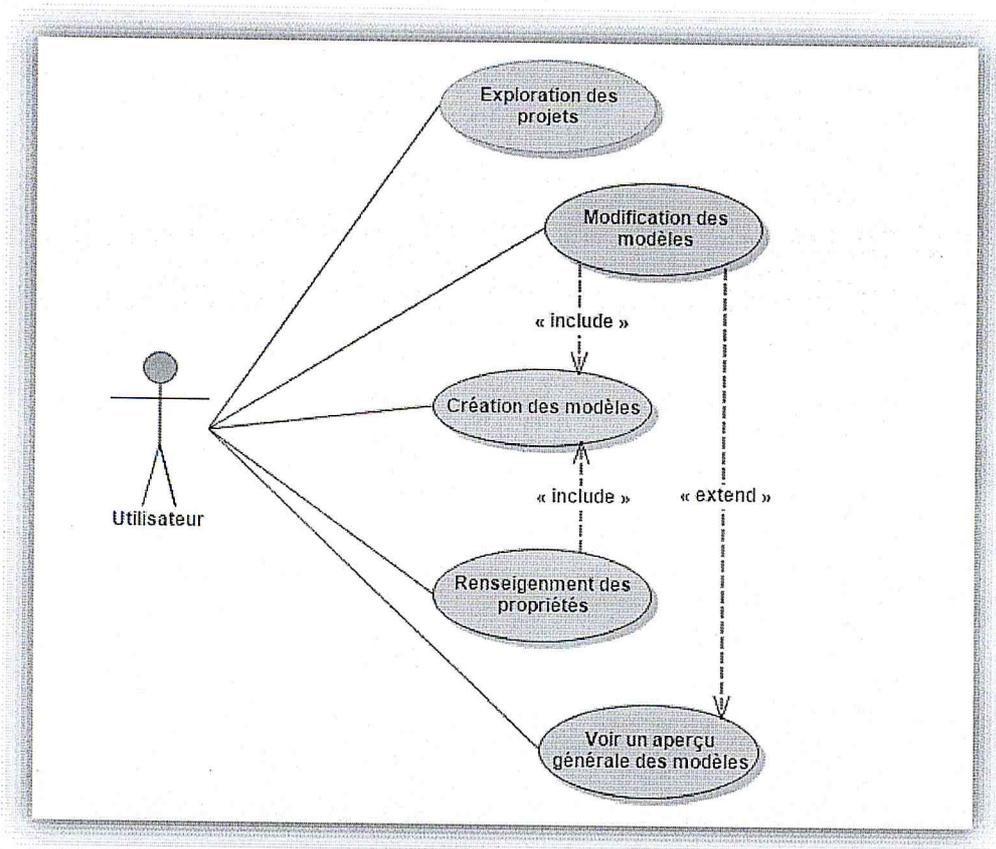


Figure IV.1. Diagramme de cas d'utilisation de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

L'éditeur reprend l'interface générale d'Eclipse, son fonctionnement général est assez intuitif pour permettre une prise en main rapide. Il est composé de cinq vues principales :

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

4. La vue Propriétés : permet le renseignement des propriétés des éléments du modèle également celles non représentées sur le graphique, telles que l'ID de la collaboration et sa description ;
5. La vue outline : donne un aperçu général du modèle (lecture seule).

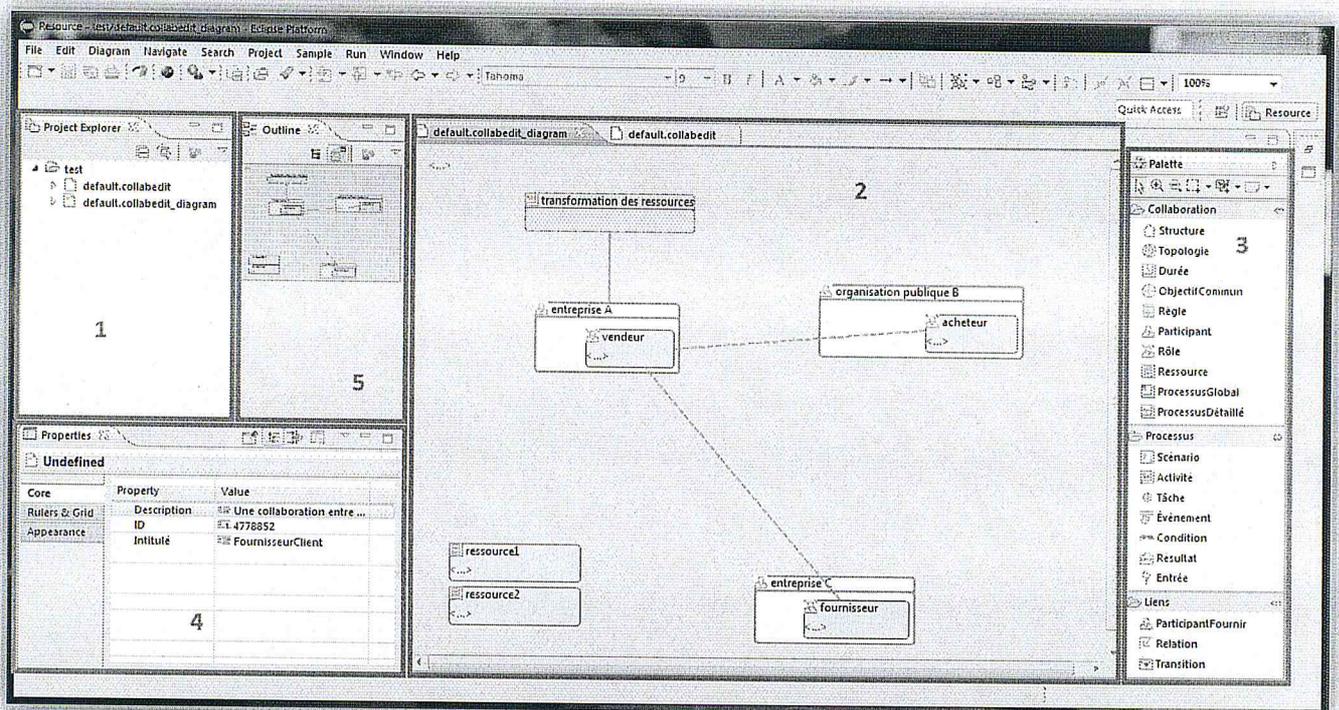


Figure IV.2. Vue d'ensemble de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

La création d'un modèle de collaboration se fait principalement à l'aide de la palette. Nous avons organisé la palette d'une manière 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 ne donner que des processus abstraits (**ProcessusGlobal**). Enfin le troisième groupe **Liens** présente les trois liens principaux du modèle : **ParticipantFournir** qui représente le 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** qui représente les transitions entre les différentes activités.

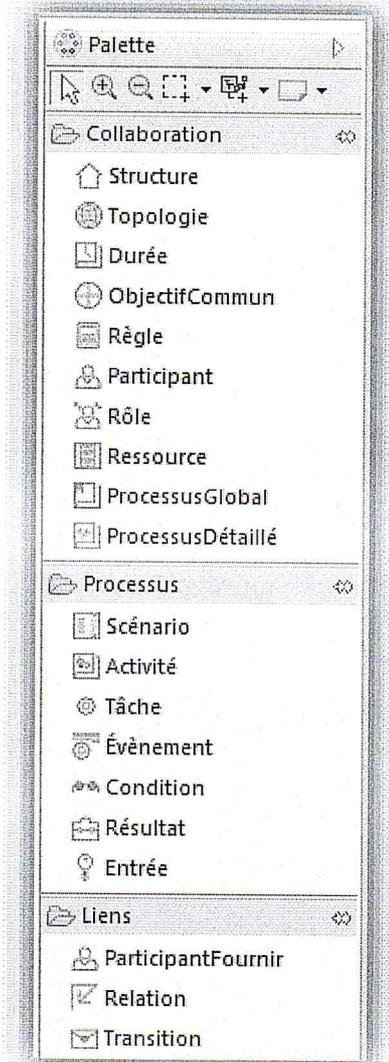
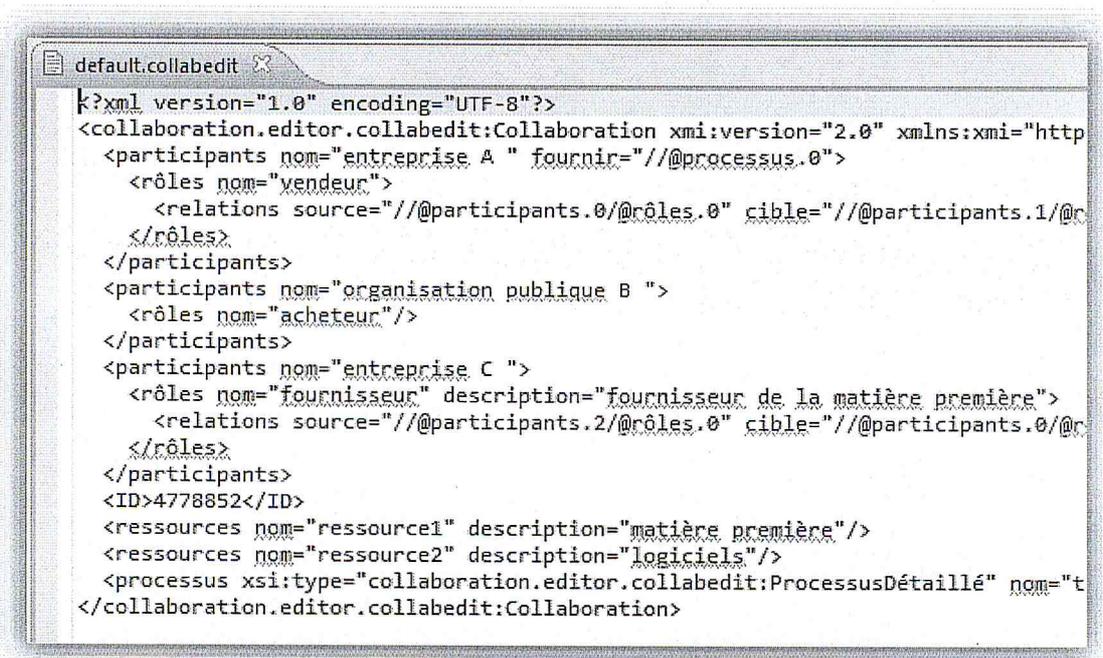


Figure IV.3. La palette¹² d'outils graphiques

La création d'un nouveau diagramme de collaboration (fichier *.collabedit_diagram) assure la création d'un autre fichier XML associé (*.collabedit), qui est conforme à notre métamodèle de collaboration inter-organisationnelle. Ce fichier XML sera par la suite utilisé dans le projet général.

¹² Les icônes utilisées dans la palette ont été téléchargées gratuitement à partir de: <http://tchiro.deviantart.com/art/Nominal-Soluto-533834948>



```
default.collabedit
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<collaboration.editor.collabedit:Collaboration xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http
  <participants nom="entreprise A " fournir="//@processus.0">
    <rôles nom="vendeur">
      <relations source="//@participants.0/@rôles.0" cible="//@participants.1/@c
    </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/@c
    </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 IV.4. Le fichier XML vu par l'éditeur de texte

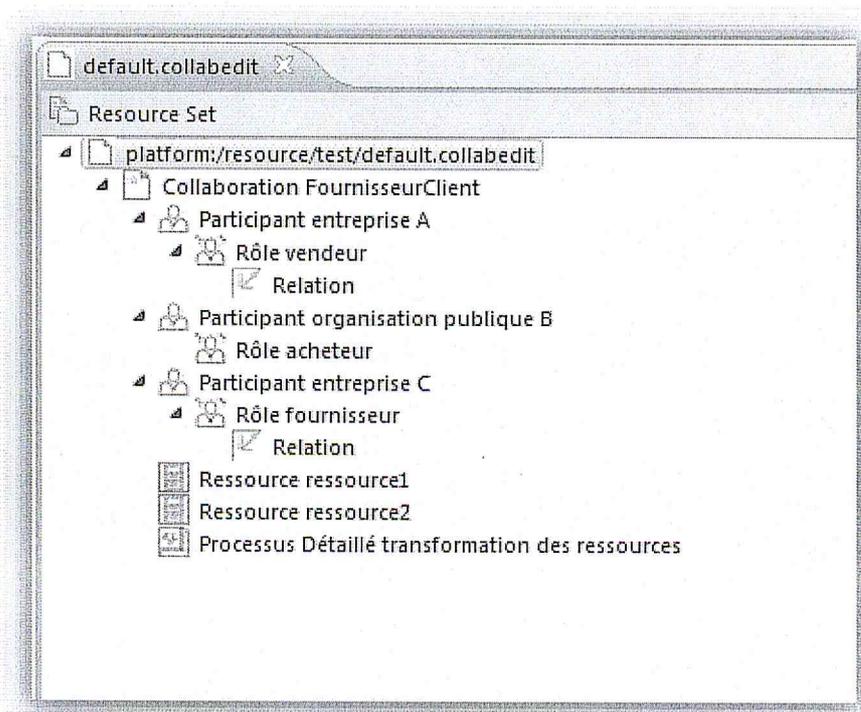


Figure IV.5. Le fichier XML vu par notre éditeur

Il est aussi possible de modifier le modèle en modifiant le fichier XML, avec un clic droit sur la racine **Collaboration** ou sur l'un des sous éléments de la collaboration. Le menu contextuel **Add Child** permet d'ajouter des fils à l'élément sélectionné p.e. ajouter un **Rôle** à un **Participant**.

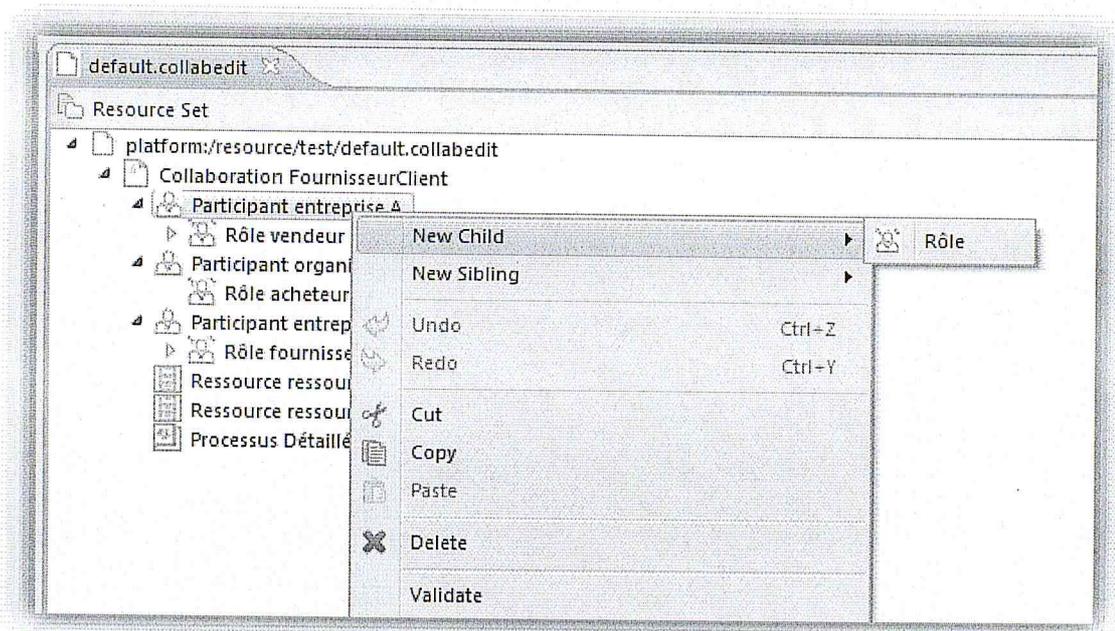


Figure IV.6. Le menu contextuel Add Child

Le menu contextuel **Add Sibling** permet d'ajouter des éléments qui sont au même niveau de l'arborescence que l'élément sélectionné p.e ajouter une **Ressource**.

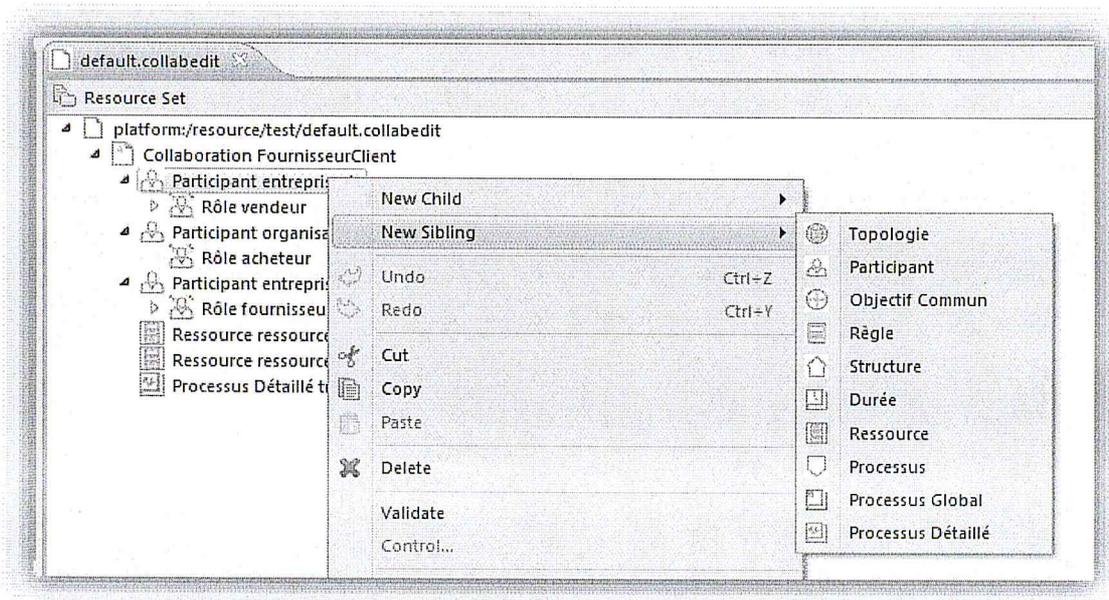


Figure IV.7. Le menu contextuel Add Sibling

4 Implémentation

Comme nous l'avons mentionné, nous avons choisi GMF pour implémenter notre éditeur. GMF requiert trois modèles de base en entrée décrivant les différents aspects d'un éditeur graphique, et peut générer le code de l'éditeur en tant que plugin Eclipse ou application indépendante.

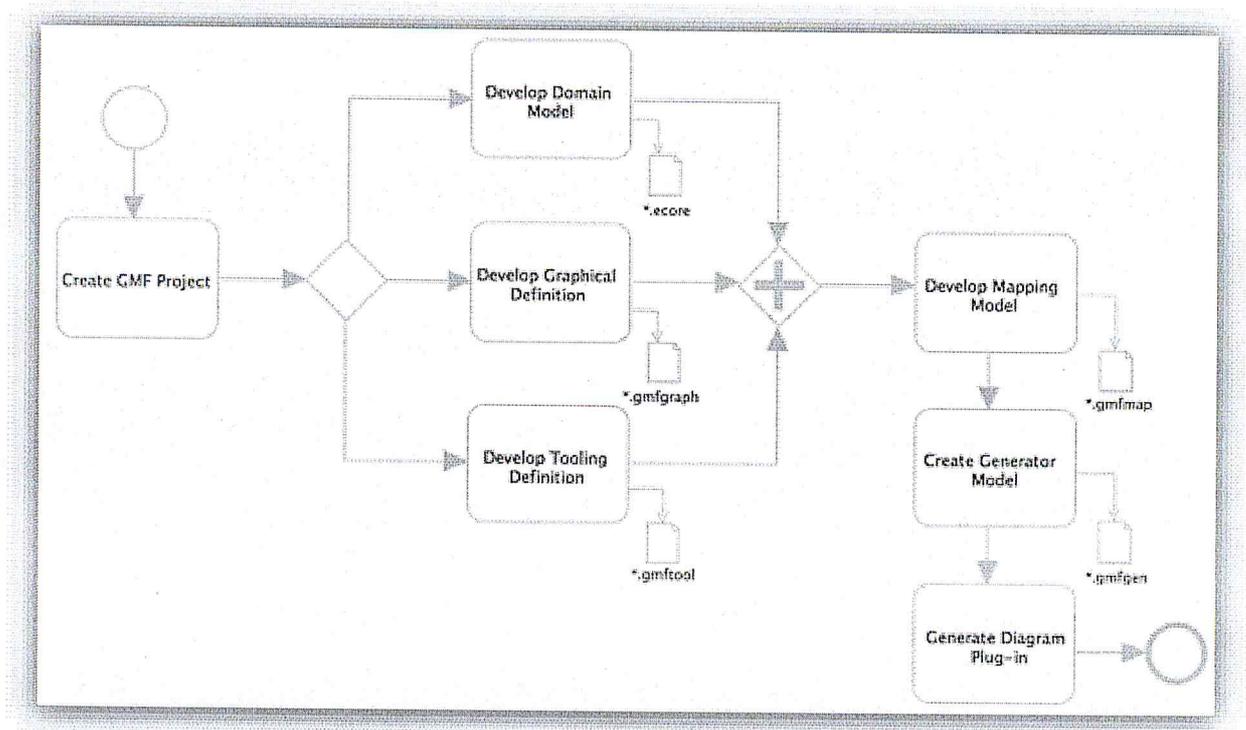


Figure IV.8. Les modèles requis par GMF¹³

- Le modèle de domaine (*.ecore), c'est le métamodèle décrivant le domaine de la collaboration inter-organisationnelle. Il a été importé à partir de notre métamodèle UML que nous avons défini dans le chapitre précédent. Il présente les concepts, les attributs, et les relations entre les concepts.

¹³ http://wiki.eclipse.org/Graphical_Modeling_Framework/Tutorial/Part_1

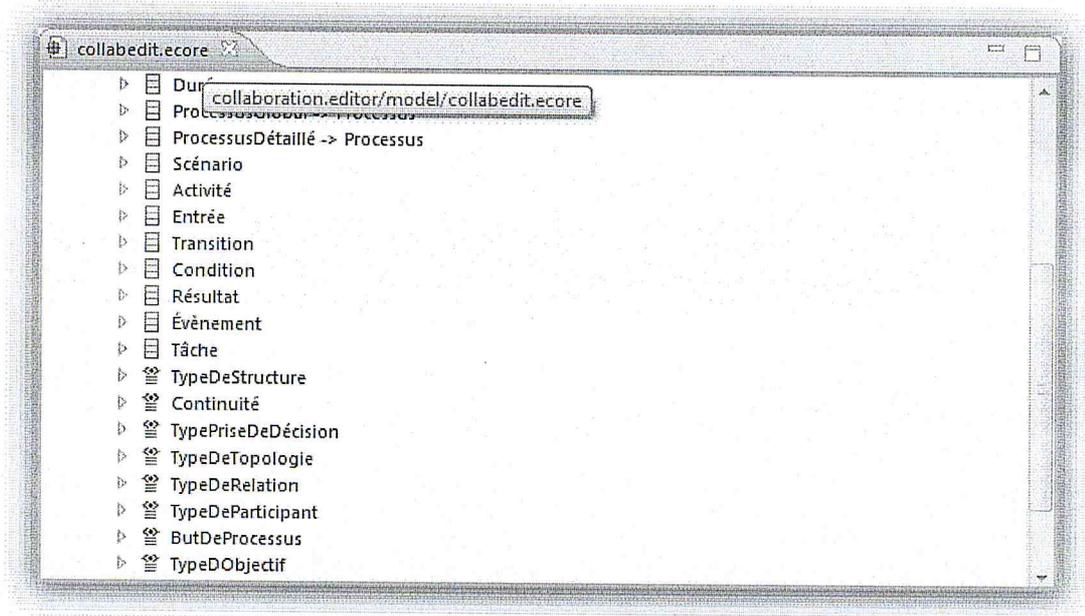


Figure IV.9. Le modèle de domaine de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

- Le modèle de génération (*.genmodel), comporte les informations de génération de code.

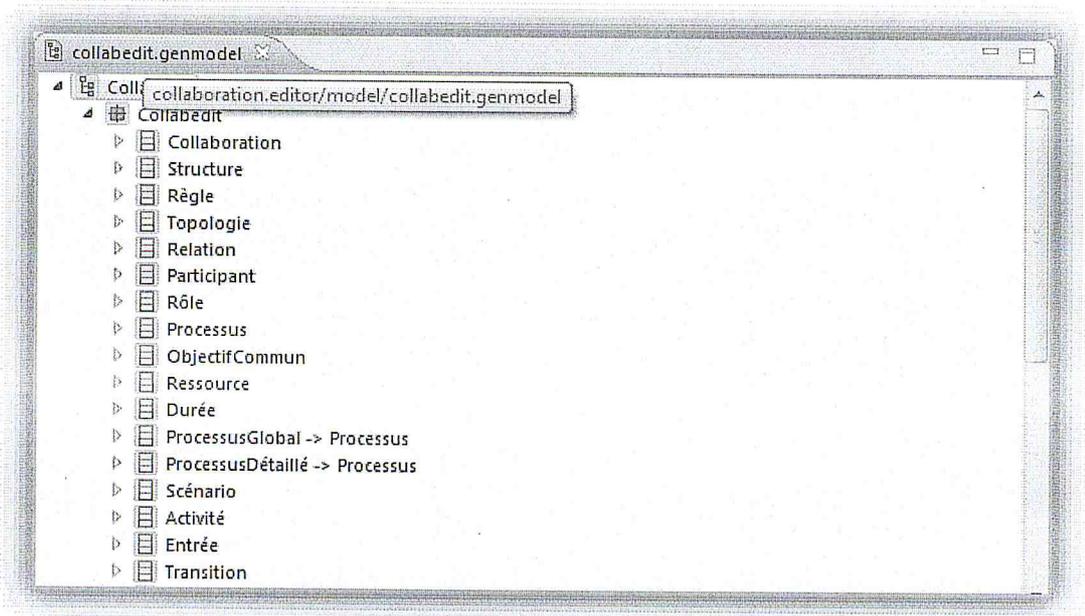


Figure IV.10. Le modèle de génération de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

- Le modèle graphique (*.gmfgraph), contient les informations relatives aux éléments graphiques à utiliser dans le futur éditeur, qui représentent les différents concepts et relations du méta-modèle.

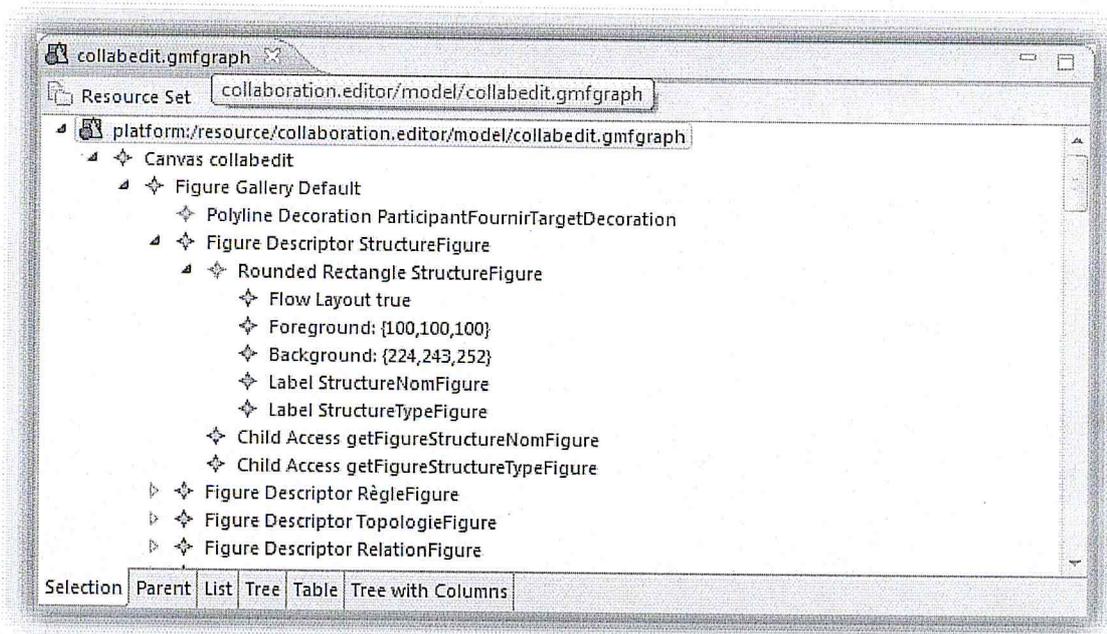


Figure IV.11. Le modèle graphique du de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

- Le modèle d'outils (*.gmftool) permet d'élaborer la palette d'outils du futur éditeur, de même que les icônes et les menus.

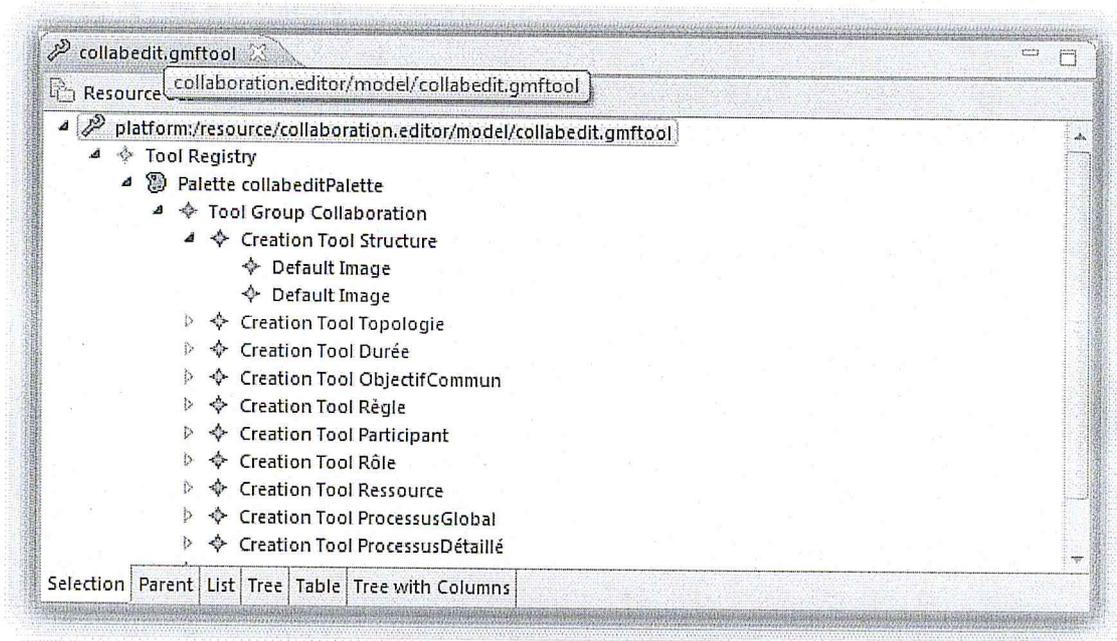


Figure IV.12. Le modèle d'outils de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

A partir des modèles *.ecore, *.gmfgraph et *.gmftool GMF nous permet de créer les modèles suivants :

- Le modèle d'association (*.gmfmap), permet de faire les relations entre le modèle de domaine, le modèle graphique, et le modèle d'outils c'est-à-dire faire le lien entre un concept du modèle de domaine, sa représentation graphique et sa représentation sur la palette.

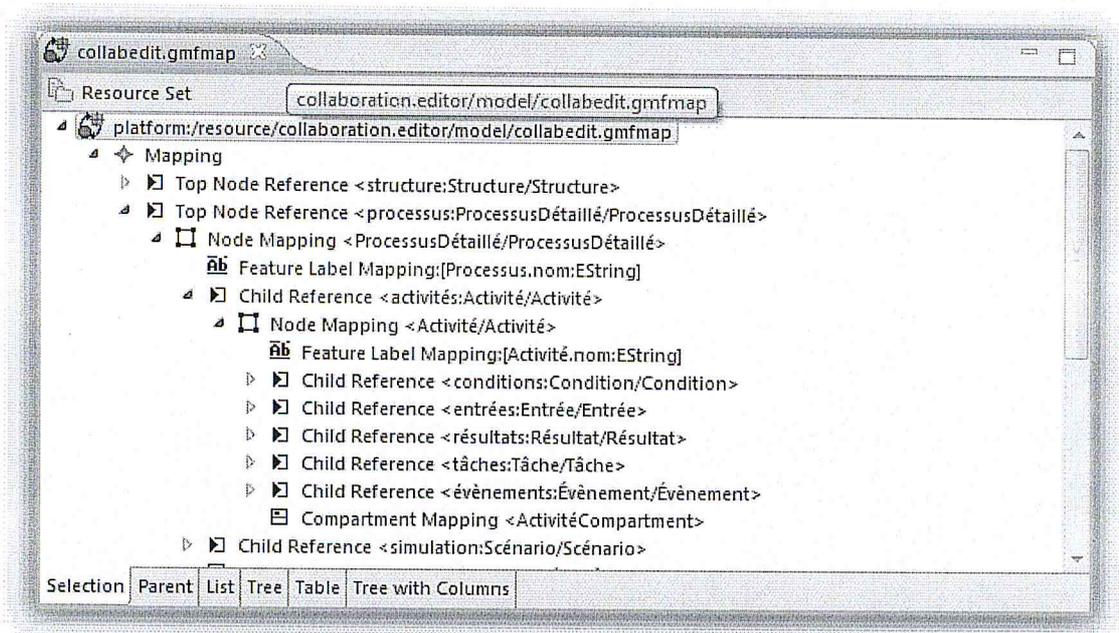


Figure IV.13. Le modèle d'association du de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

- Le modèle de génération de l'éditeur graphique (*.gmfgen), définit les détails de l'implémentation pour la phase de génération de code.

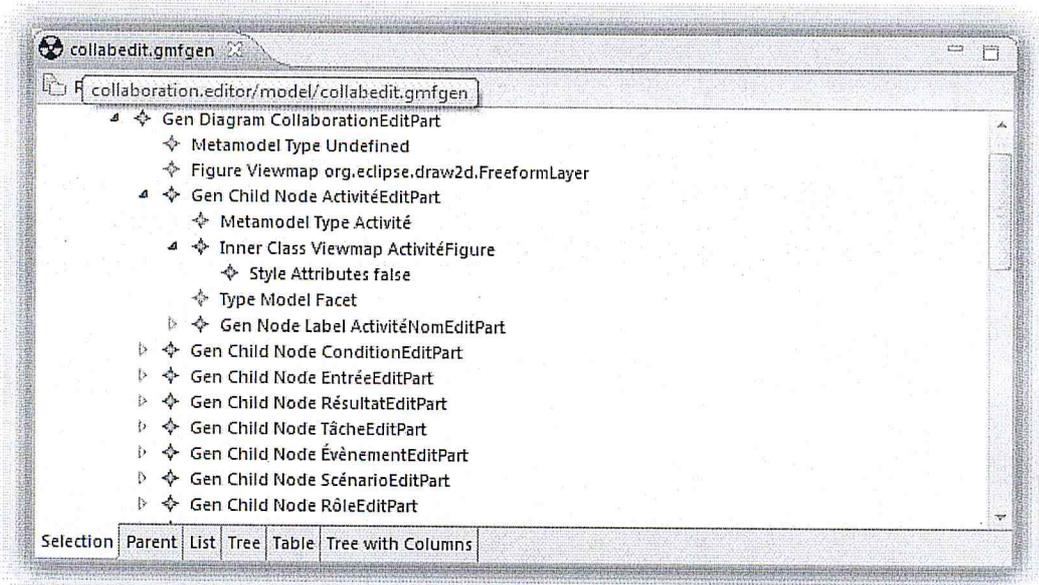


Figure IV.14. Le modèle de génération du de l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle

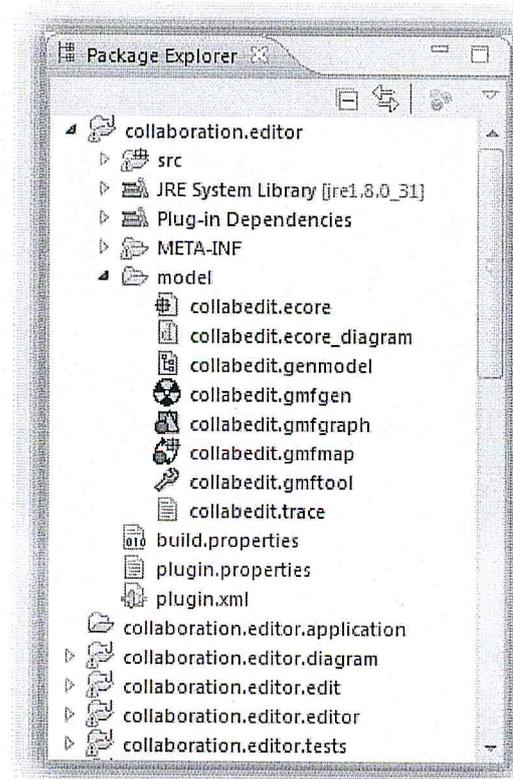


Figure IV.15. Les différents modèles vus dans l'explorateur de projets

GMF fournit une vue qui facilite la création et la modification des divers modèles (**GMF Dashboard**). Elle permet également de faire les liens entre eux.

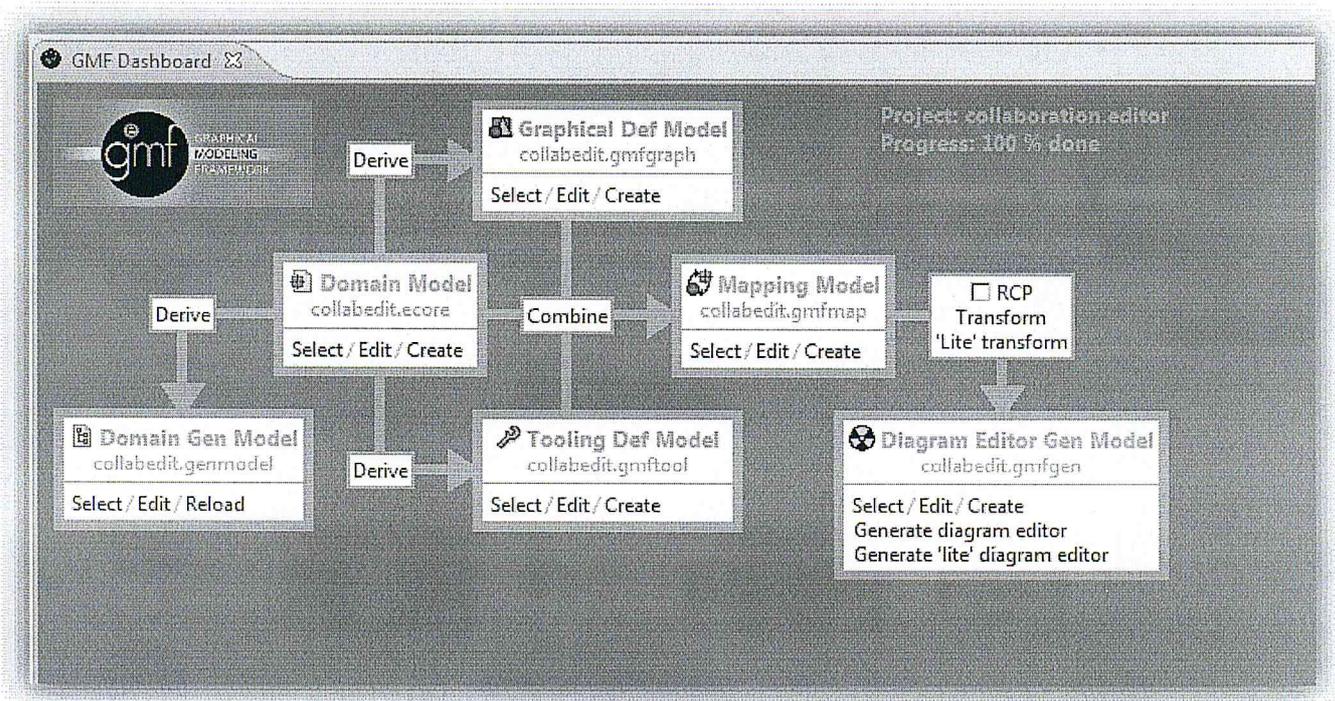


Figure IV.16. Le tableau de bord GMF

5 Expérimentation avec un exemple

Nous avons présenté dans les sections précédentes notre éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle qui facilite la collecte des connaissances sur la collaboration auprès des partenaires. Dans cette section, et dans le but de valider notre éditeur, nous allons présenter le fonctionnement de notre application en l'expérimentant sur un cas de collaboration.

Notre exemple est une de collaboration au sein d'une Entreprise Virtuelle de Bâtiment (EVB), une telle collaboration a pour **objectifs communs** la construction, la rénovation, la réhabilitation et la maintenance de bâtiments résidentiels.

Cette collaboration dans le domaine du Bâtiment implique plusieurs entreprises, de métiers différents : l'architecture, la plomberie, l'électricité et la menuiserie ; qui coopèrent le temps de la réalisation d'un ou de plusieurs projets en commun. Ces

entreprises peuvent être spécialisées afin d'inclure l'ensemble des entreprises participantes dans une EVB : une **entreprise Maître d'œuvre**, une **entreprise d'Équipements de Construction**, une **entreprise de Matériaux de Construction**, une **entreprise d'Architecture**, une **entreprise de Plomberie**, une **entreprise d'Électricité** et une **entreprise de Menuiserie**.

L'entreprise Maître d'œuvre prend en charge le contrôle et la coordination des projets en cours de réalisation. Elle a pour **mission** de : concevoir les projets, élaborer le cahier des charges, contrôler la bonne exécution des travaux, jouer un rôle d'interface entre le client et les entreprises chargées d'exécuter les travaux et sélectionner les entreprises réalisant les travaux de construction. L'entreprise Maître d'œuvre joue donc le rôle du **courtier**, du **coordinateur** et du **planificateur** de l'EVB.

De plus, au sein de chaque entreprise membre de l'EVB, Différents rôles sont distingués : **Architecte**, **Maçon**, **Charpentier**, **Chef de chantier**, **Carreleur**, **Menuisier**, **Electricien**, etc.

Les objectifs communs peuvent être spécialisés pour inclure des produits et des services :

Les **produits** sont l'ensemble des bâtiments pouvant être pris en charge par l'EVB. Ils incluent : Immeuble, Appartement, Maison Jumelée, Maison Isolée, Maisons en bande, Cottage, Château, etc.

Les **services** sont l'ensemble des services offerts par l'EVB et ceux offerts par les différentes entreprises membres ; p.ex. Vente de Matériaux de construction, Crépissage Extérieur, Installation Electrique, Installation de Placard, Installation de Cuisine, Chauffage et Climatisation, etc.

Comme **ressources**, l'EVB emploie des ressources techniques, tels que l'ensemble des logiciels d'estimation utilisés pour estimer les coûts des projets, les quantités de matériaux nécessaire aux projets, les logiciels d'architecture ..., et des ressources physiques tels que des équipements de construction.

L'entreprise Maître d'œuvre fournit trois processus détaillés : un processus de courtage, un processus de coordination et un processus de planification.

Chaque processus contient les activités correspondantes : le processus de courtage contient l'activité de jouer un rôle d'interface entre le client et les entreprises chargées d'exécuter les travaux, le processus de coordination contient l'activité de contrôler la bonne exécution des travaux et l'activité de sélectionner les entreprises réalisant les travaux de construction, le processus de planification contient l'activité de conception des projets et l'activité d'élaborer le cahier des charges.

Chaque entreprise participante joue un ou plusieurs rôles selon son métier et selon la coordination de l'entreprise Maître d'œuvre.

Plusieurs relations sont établies entre les participants, une relation Verticale (fournisseur-client) est établie entre l'entreprise Maître d'œuvre qui joue le rôle de Coordinateur et le reste des entreprises. Une relation Transversale (groupes d'intérêts) est établie entre chaque deux participants.

Nous récapitulent les connaissances de la collaboration EVB dans le Tableau IV.1 :

Éléments de la collaboration	Détails
<i>Objectifs communs</i>	la construction, la rénovation, la réhabilitation et la maintenance de bâtiments résidentiels.
<i>Participants</i>	entreprise Maître d'œuvre, entreprise d'Equipements de Construction, entreprise de Matériaux de Construction, entreprise d'Architecture, entreprise de Plomberie, entreprise d'Électricité, entreprise de Menuiserie.
<i>Processus</i>	processus de courtage, processus de coordination et processus de planification.
<i>Rôles</i>	Courtier, Coordinateur, Planificateur (entreprise Maître d'œuvre) ; Architecte, Maçon, Charpentier, Chef de chantier, Carreleur, Menuisier, Electricien (entreprises membres).
<i>Activités</i>	concevoir les projets, élaborer le cahier des charges, contrôler la bonne exécution des travaux, jouer un rôle d'interface entre le client et les entreprises chargées d'exécuter les travaux et sélectionner les entreprises réalisant les travaux de construction (entreprise Maître d'œuvre).
<i>Produits</i>	Immeuble, Appartement, Maison Jumelée, Maison Isolée, Maisons en bande, Cottage, Château.
<i>Services</i>	Vente de Matériaux de construction, Crépissage Extérieur, Installation Electrique, Installation de Placard, Installation de Cuisine, Chauffage et Climatisation
<i>Ressources</i>	logiciels d'estimation utilisés pour estimer les coûts des projets, les quantités de matériaux nécessaire aux projets, les logiciels d'architecture (logiciel) ; équipements de construction (matériel).

Tableau IV.1. Les connaissances de la collaboration EVB

Notre but est de transformer les connaissances de la collaboration EVB en un modèle de collaboration inter-organisationnelle. La conception avec notre éditeur a donné les résultats suivant :

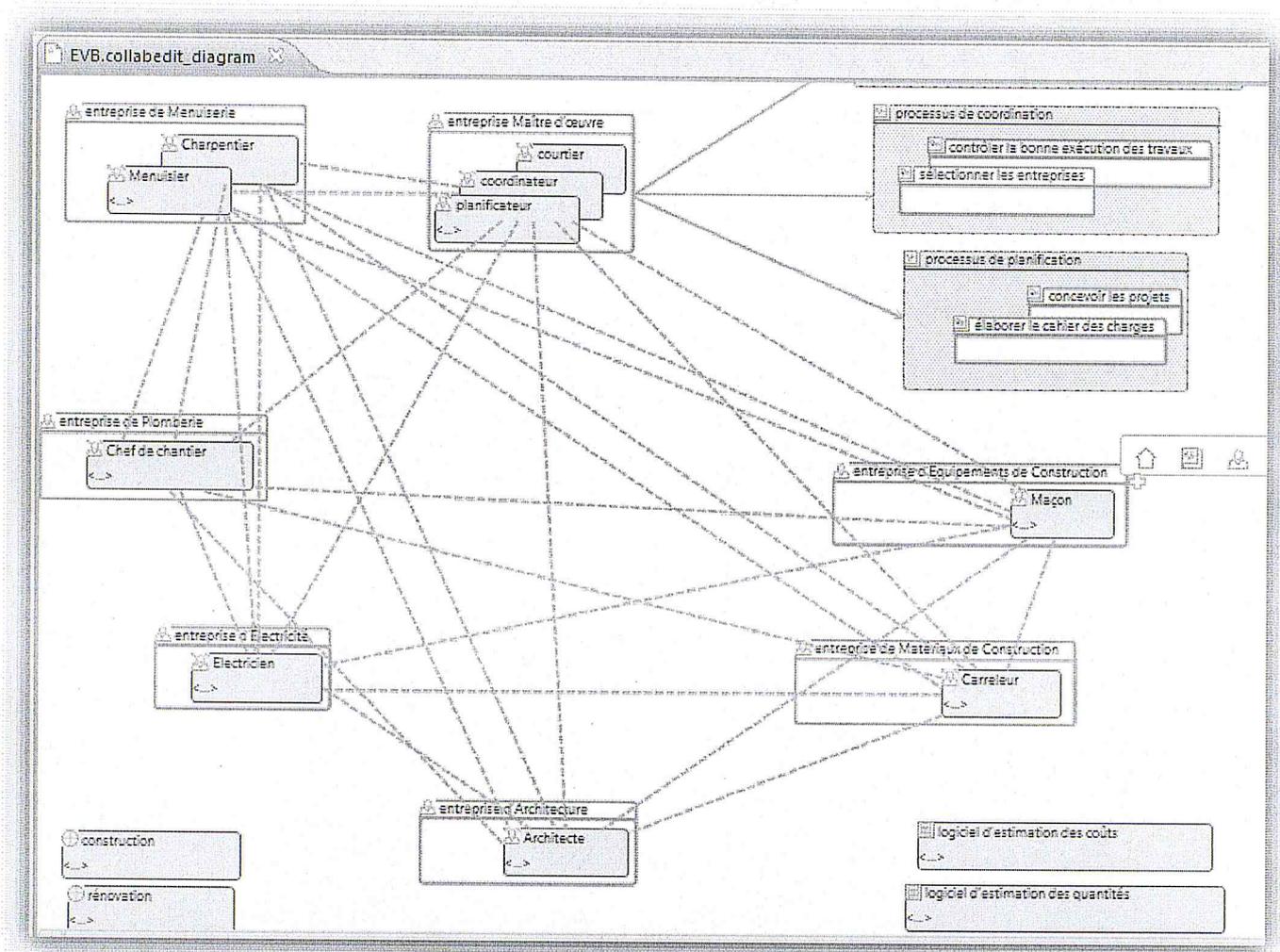


Figure IV.17. Diagramme de la collaboration inter-organisationnelle EVB

Des détails comme le type de l'objectif commun et sa description n'apparaissent pas sur le modèle, mais ils sont accessibles via la vue propriétés.

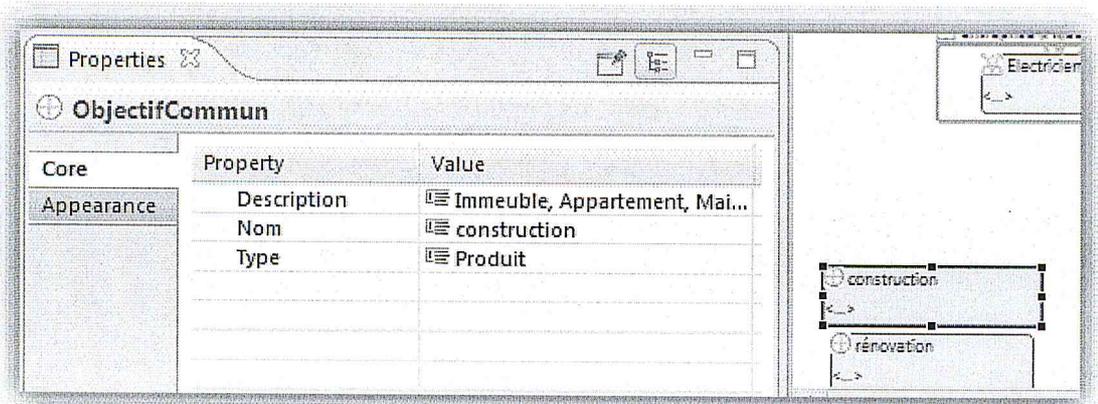


Figure IV.18. La vue propriétés d'un objectif commun de la collaboration EVB

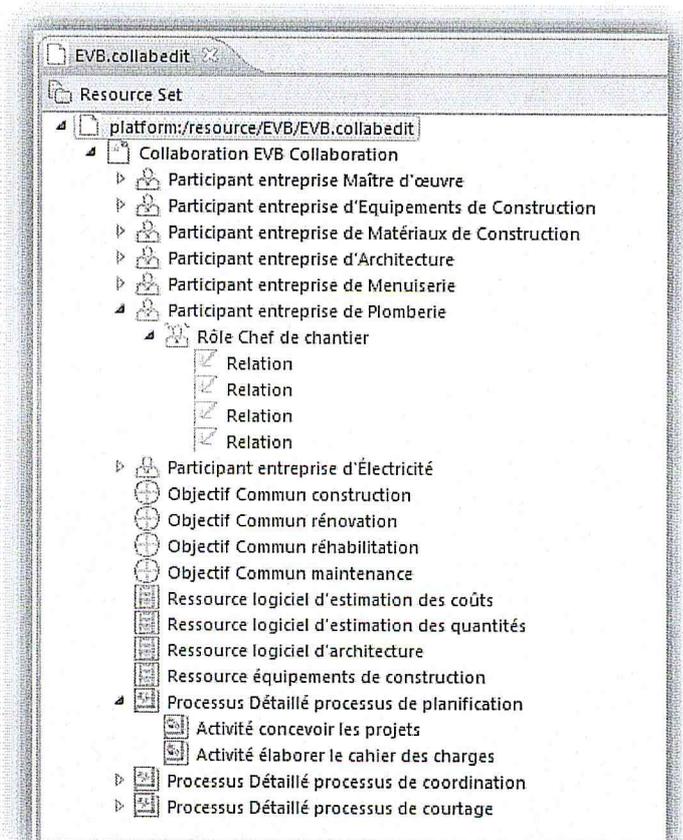


Figure IV.19. Le fichier XML obtenu de la collaboration inter-organisationnelle EVB

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<collaboration.editor.collabedit:Collaboration xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI" xmlns:
  <participants nom="entreprise Maître d'œuvre" fournisseur="//@processus.2 //@@processus.0 //@@processus.1">
    < rôles nom="courtier"/>
    < rôles nom="coordinateur">
      <relations source="//@participants.0/@rôles.1" cible="//@participants.4/@rôles.0" type="VerticalEi
      <relations source="//@participants.0/@rôles.1" cible="//@participants.4/@rôles.1" type="VerticalEi
      <relations source="//@participants.0/@rôles.1" cible="//@participants.5/@rôles.0" type="VerticalEi
      <relations source="//@participants.0/@rôles.1" cible="//@participants.6/@rôles.0" type="VerticalEi
      <relations source="//@participants.0/@rôles.1" cible="//@participants.3/@rôles.0" type="VerticalEi
      <relations source="//@participants.0/@rôles.1" cible="//@participants.1/@rôles.0" type="VerticalEi
      <relations source="//@participants.0/@rôles.1" cible="//@participants.2/@rôles.0" type="VerticalEi
    </rôles>
    < rôles nom="planificateur" />
  </participants>
  <participants nom="entreprise d'Equipements de Construction">
    < rôles nom="Maçon">
      <relations source="//@participants.1/@rôles.0" cible="//@participants.6/@rôles.0" type="Transversa
      <relations source="//@participants.1/@rôles.0" cible="//@participants.2/@rôles.0" type="Transversa
      <relations source="//@participants.1/@rôles.0" cible="//@participants.3/@rôles.0" type="Transversa
    </rôles>
  </participants>
  <participants nom="entreprise de Matériaux de Construction">
    < rôles nom="Carreleur">
      <relations source="//@participants.2/@rôles.0" cible="//@participants.3/@rôles.0" type="Transversa
    </rôles>
  </participants>
  <participants nom="entreprise d'Architecture">
    < rôles nom="Architecte"/>
  </participants>
  <participants nom="entreprise de Menuiserie">
    < rôles nom="Charpentier">
      <relations source="//@participants.4/@rôles.0" cible="//@participants.5/@rôles.0" type="Transversa
      <relations source="//@participants.4/@rôles.0" cible="//@participants.6/@rôles.0" type="Transversa
      <relations source="//@participants.4/@rôles.0" cible="//@participants.1/@rôles.0" type="Transversa
      <relations source="//@participants.4/@rôles.0" cible="//@participants.2/@rôles.0" type="Transversa
      <relations source="//@participants.4/@rôles.0" cible="//@participants.3/@rôles.0" type="Transversa
    </rôles>
    < rôles nom="Menuisier">
  </participants>

```

Figure IV.20. Le fichier XML obtenu de la collaboration inter-organisationnelle EVB (vu par l'éditeur de texte)

Ce fichier XML peut être par la suite transformé et importé dans la base des connaissances du projet globale dans lequel s'insère notre étude.

6 Conclusion

Le présent chapitre constitue le dernier volet de ce mémoire. Il a été dédié à la présentation des fonctionnalités de notre éditeur graphique de modèle de collaboration inter-organisationnelle. L'environnement et l'outil de travail ainsi que les étapes de l'implémentation ont été aussi abordées.

Nous allons clôturer ce document par une conclusion générale qui présente un bilan du travail réalisé dans ce mémoire.

Conclusion générale

Le marché industriel est, de nos jours, de plus en plus dynamique et compétitif. Cette tendance évolutive oblige les organisations à s'organiser 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. Le travail présenté dans ce mémoire s'intéresse à la problématique de la modélisation de la collaboration inter-organisationnelle. Cette problématique a déjà été traitée dans la littérature mais elle reste toujours un sujet de pointe chose due à la diversité et l'interopérabilité dans ce domaine.

Notre objectif est de faciliter la collecte et l'organisation des connaissances sur la collaboration inter-organisationnelle auprès des partenaires. Le but est l'aide à la conception d'un processus collaboratif en important les connaissances dans une base de connaissance au sein du projet global SCIOW-Web Social (Service de Collaboration Inter organisationnelle basée web social) dans lequel s'insère notre travail. Pour cela nous avons développé un éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle en se basant sur un mtamodèle de collaboration inter-organisationnelle que nous avons conçu. Notre travail s'est déroulé en plusieurs parties partagées sur quatre chapitres.

Une première nécessité été de faire une étude approfondie sur trois grands aspects : l'organisation, la collaboration et le processus collaboratif. L'étude bibliographique nous a permis de tirer un nombre important de caractéristiques et de concepts sur la collaboration inter-organisationnelle qui nous permettra la conception de notre métamodèle de collaboration inter-organisationnelle.

Notre travail est basé sur l'approche MDA. Cette approche considérée comme pilier pour les travaux qui tournent autour de l'interopérabilité, fournit une démarche qui garantit un haut niveau de flexibilité et une habilité d'abstraction et de réutilisation

qui répondent aux exigences de la collaboration. Nous avons abordé les notions de l'approche et montré son intérêt par rapport à notre travail.

Afin de développer l'éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle, il a été nécessaire de concevoir un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle. Nous avons conçu un métamodèle générique qui comporte un nombre maximal de notions trouvées dans l'état de l'art. Nous avons également fait une synthèse sur quelques travaux de recherche sur la collaboration basés MDA pour montrer notre contribution par rapport à ce domaine.

Nous avons ensuite présenté notre éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle. L'éditeur est implémenté sous Eclipse GMF, nous avons justifié notre choix pour GMF ensuite présenté les fonctionnalités de l'éditeur. Pour terminer nous avons clôturé par un test de l'éditeur pour démontrer son fonctionnement.

Le travail que nous avons présenté dans ce mémoire a permis, d'un côté, la conception d'un métamodèle de collaboration inter-organisationnelle, et d'un autre côté, l'implémentation d'un éditeur de modèle de collaboration inter-organisationnelle. Dans la suite du projet SCIOW-Web Social, une base de connaissance sera créée en se basant sur notre métamodèle, cette dernière utilisera comme entrée les fichiers XML générés par notre éditeur. Les concepts dans les fichiers XML sont conformes aux concepts de la base des connaissances.

Ce travail pourrait être amélioré, nous n'avons pas pris en compte la notion d'individu. Du fait que c'est une collaboration inter-organisationnelle et l'individu fait partie d'une organisation. Il est aussi possible d'enrichir le métamodèle et ajouter d'autres notions vu la richesse du domaine de la collaboration et l'apparition d'autres concepts.

Bibliographie

- BARRAU, Yolande. 2008.** MODELE de GRILLE DE CARACTERISATION. *Site Economie-Gestion Académie de Lyon*. [En ligne] 2008. http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/ecogestion/legit/IMG/pdf/GRILLE_DE_CARACTERISATION.pdf.
- Benoît, Combemale. 2008.** *Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM): État de l'art*. s.l. : Institut de Recherche en Informatique de Toulouse, 2008.
- Bouzuenda, Lotfi. 2006.** *Coordination Multi-Agents pour le Workflow Inter-Organisationnel Lâche*. Toulouse : thèse de doctorat, IRIT, 2006.
- Bozeman, Barry. et Craig, Boardman. 2014.** *Research Collaboration and Team Science: A State-of-the-art Review and Agenda*. s.l. : Springer, 2014.
- Bruner, Charles. 1992.** s.l. : Education and Human Services Consortium, 1992.
- Burlat, Patrick., Sophie, Peillon. et Lucien, Vincent. 1997.** *Quels modèles pour une firme sans frontières ?* s.l. : Actes du deuxième congrès International Franco-Québécois de Génie Industriel'Le Génie Industriel dans un monde sans frontières, 1997. Actes du 2e Congrès International Franco-Québécois de Génie Industriel : le génie industriel dans un monde sans frontières.
- Camarinha-Matos, Luis M. et Hamideh, Afsarmanesh. 2006.** *COLLABORATIVE NETWORKS Value creation in a knowledge society, In Proceedings of PROLAMAT'06 (Springer)*. Shanghai, China : IFIP, 2006.
- CNRTL. 2012.** ORGANISATION : définition de ORGANISATION. *Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales*. [En ligne] 2012. <http://www.cnrtl.fr/lexicographie/organisation>.
- Coleman, David. et Levine, Stewart. 2008.** *Collaboration 2.0 Technology and Best Practice for Successful Collaboration in a Web 2.0 World*. Silicon Valley, California, USA : s.n., 2008.

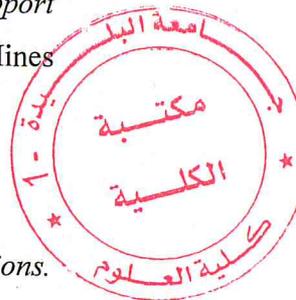
- Crowston, Kevin. 2003.** *A taxonomy of organizational dependencies and coordination mechanisms*. s.l. : In T. W. Malone, K. Crowston & G. Herman (Eds.), *The Process Handbook*, p. 85–108, Cambridge, MA: MIT Press., 2003.
- D1.1 SYNERGY, Deliverable. 2008.** *State of the Art and As-Is Analysis*. 2008.
- eclipse. 2015.** Help - Eclipse Platform. *eclipse*. [En ligne] 2015. <http://help.eclipse.org/luna/index.jsp?topic=%2Forg.eclipse.gef.doc.isv%2Fguide%2Fguide.html>.
- Esper, Alida. 2010.** *Intégration des approches SOA et orientée objet pour modéliser une orchestration cohérente de services*. s.l. : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 2010.
- Favre, JM., Estublier, J. et Blay-Fornarino, M. 2006.** *L'ingénierie dirigée par les modèles. Au-delà du MDA*. s.l. : Hermes / Lavoisier, 2006.
- Fombrun, C.J. et Astley, W.G. 1982.** *The telecommunication community: an institutional overview*, *Journal of Communication*. 1982.
- Frayret, Jean-Marc ., D'Amours, François. et D'Amours, Sophie . 2003.** *Collaboration et Outils Collaboratifs pour la PME Manufacturière*. s.l. : Université Laval, 2003.
- Garcia, A. 2005.** *L'approche guidée par les modèles de l'OMG*. s.l. : Tectosages, 2005.
- ICC. 1999.** *Intelligence Community Collaboration*. 1999.
- ISO9001. 2000.** *Systèmes de management de la qualité – Exigences. Norme européenne NF EN ISO 9001 version 2000*. s.l. : AFNOR, 2000.
- Jacobs, J. 2002.** *Gartner's Collaboration Glossary*. s.l. : Gartner Report, 2002.
- Kak, R., Schoonmaker, M. 2002.** *RosettaNet E-Business Standards Provide Better*. s.l. : ASCET, 2002. Vol. a.
- Katzy, B., Zhang, C. et Löh, H. 2000.** *Reference Models for Virtual Organizations. Working Paper No 2704, Working Paper Series*. s.l. : CeTIM, 2000.

- Kraus, W.A. 1980.** *Collaboration in organizations : alternatives to hierarchy*. New York : Human Sciences Press, 1980.
- Lambert, DM., Emmelhainz, MA. et Gardner, JT. 1999.** *Building successful logistics partnerships*. s.l. : Journal of Business Logistics, 1999.
- Laubacher, R. et Malone, T. 1997.** *Flexible Work Arrangements and 21st Century Worker's Guilds*. s.l. : MIT 21st Century Initiative Working Paper, 1997.
- LEMOIGNE, J.L. 1990.** *La modélisation des systèmes complexes*. s.l. : Dunod, 1990.
- Linden, Russell Matthew. 2002.** *Working Across Boundaries: Making Collaboration Work in Government and Nonprofit Organizations*. s.l. : Jossey-Bass, 2002.
- Luczak, H. et Hauser, A. 2005.** *Knowledge management in virtual organizations, Proceedings of ICSSSM'05*. s.l. : International Conference on Services Systems and Services Management, 2005.
- March, J. G. et Simon, H. A. 1958.** *Organizations*. New York, Wiley : s.n., 1958.
- Merks, Ed. et Steinberg, Dave. 2005.** From Models to Code with the Eclipse Modeling Framework. <https://www.eclipsecon.org>. [En ligne] 2005. http://www.eclipsecon.org/2005/presentations/EclipseCon2005_Tutorial11final.pdf.
- Mertins, Kai., et al. 2014.** *Enterprise Interoperability VI Interoperability for Agility, Resilience and Plasticity of Collaborations*. s.l. : Springer, 2014. p. 227.
- MICHAU, Lilian. et RICHARD, Christophe. 2004.** *Qu'est-ce que l'organisation*. s.l. : l'AECI Anciens et Élèves du CNAM-IESTO, 2004.
- Morley, C. 2002.** *La modélisation des processus : typologie et proposition utilisant UML*. Pris, France : Processus et Systèmes d'information – Journées ADELI, 2002.
- Morley, C., et al. 2005.** *Processus métiers et S.I : évaluation, modélisation, mise en oeuvre*. s.l. : DUNOD, 2005.
- OMG. 2006.** *Object Management Group (OMG)*. [En ligne] 2006. <http://www.omg.org>.
- Pap15.** Papyrus Update Sites. *eclipse*. [En ligne] The Eclipse Foundation. <https://eclipse.org/papyrus/updates/index.php>.

- Pfeffer, J. et Salancik, G. R. 1978.** *The external control of organizations : a resource dependence perspective.* Stanford : Stanford Business Books, 1978.
- Pingaud, H. 2003.** *Logistiques et technologies de l'information et de la communication : les guides experts.* 2003. WEKA.
- Plantec, Alain. 2013.** *Terminologie documentée de l'Ingénierie Dirigée par le Modèles.* s.l. : Université de Bretagne Occidentale, 2013.
- Pollard, S. 2002.** *Collaboration – The Cure-All in New Economy Competitiveness?* s.l. : AMR Research Report, 2002.
- Poulin, D., Montreuil, B. et Gauvin, S. 1994.** *L'entreprise réseau.* Montreal : Public Relais, 1994.
- Rajsiri, Vatcharaphun. 2009.** *Knowledge-based system for collaborative process specification.* s.l. : Université de Toulouse, 2009.
- Ratchev, S., Shiao, J. et Valtchanov, G. 2000.** *Distributed product and facility prototyping in extended manufacturing enterprises.* s.l. : International journal of production reserach, 2000.
- Roschelle, J. et Teasley, S. 1994.** *The construction of shared knowledge in collaborative problem solving.* 1994.
- Rousse, Nathalie. 2007.** *modelia.* [En ligne] Novembre 2007. http://www.modelia.org/html/9_fichesTechniques/8000_IDMcahier.pdf.
- SAIB, SARA., BENMOUSSA, RACHID. et BENGOU, KENZA. 2013.** *MODELING OF MEDIATION SYSTEM FOR ENTERPRISE SYSTEMS COLLABORATION THROUGH MDA AND SOA APPROACHES.* 2013.
- SANCHO, Germán. 2010.** *Adaptation d'architectures logicielles collaboratives dans les environnements ubiquitaires. Contribution à l'interopérabilité par la sémantique.* s.l. : Université Toulouse 1 Capitole (UT1 Capitole), 2010.
- Schrage, Michael. 1990.** *Shared Minds: The New Technologies of Collaboration.* s.l. : Random House, 1990.

Bibliographie

- Scott, W. R. et Blau, P. M. 1967.** *Formal organizations: a comparative approach.* Stanford : Stanford Business Books, 1967.
- Simatupang, T. M. et Sridharan, R. 2002.** *The Collaborative Supply Chain.* *International Journal of Logistics Management.* 2002.
- Simonot, Pierre-Yves. 2007.** Les enjeux de la collaboration inter-entreprises, Un défi pour l'avenir. [En ligne] 2007. <http://www.predit.prd.fr/predit3/documentFo.fo?cmd=visualize&inCde=31656>.
- Snow, D. 1999.** *What Are We Talking About?* s.l. : Chronicle of Community, 1999.
- Sodki, CHAARI. 2008.** *Interconnexion des processus Interentreprises: une approche orientée services.* s.l. : thèse INSA Lyon, 2008.
- SSCA. 2002.** Semiconductor Supply Chain Association. 2002.
- Tabaka, Jean. 2006.** *Collaboration Explained: Facilitation Skills for Software Project Leaders.* s.l. : Addison Wesley Professional, 2006.
- Thomson, Ann Marie. 2001.** *Collaboration: Meaning and Measurement Ph.D. dissertation.* s.l. : Indiana University – Bloomington, 2001.
- Touzi, Jihed. 2007.** *Aide à la conception de Système d'Information Collaboratif support de l'interopérabilité des entreprises.* s.l. : Centre de Génie Industriel - Ecole des Mines d'Albi Carmaux, 2007.
- Van den Bossche, P., et al. 2010.** *Team.* 2010.
- Vernadat, F. 1996.** *Enterprise Modeling and Intergration: Principles and Applications.* s.l. : Chapman & hall, 1996.
- Villarreal, Lizarraga et Carmen, Leonor. 2005.** *Contribution au pilotage des projets partagés par des PME en groupement basée sur la gestion des risques.* s.l. : Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, 2005.
- Vogel, Lars. 2014.** Eclipse Modeling Framework (EMF) - Tutorial. *Vogella.* [En ligne] vogella GmbH, 2014. <http://www.vogella.com/tutorials/EclipseEMF/article.html>.
- Weiss, S. 2005.** *The power of collective intelligence.* s.l. : Networker, 2005.



Bibliographie

Whitehead, J. 2007. *Collaboration in Software Engineering : a Roadmap*. s.l. : IEEE Computer Society, 2007.

Annexe A : Une vue d'ensemble sur Papyrus

Dans les dernières années, le nombre d'environnements et d'outils dédiés au développement UML a augmenté considérablement. Dans cette annexe nous allons présenter l'outil Papyrus¹ que nous avons utilisé pour la conception de notre métamodèle de collaboration inter-organisationnelle.

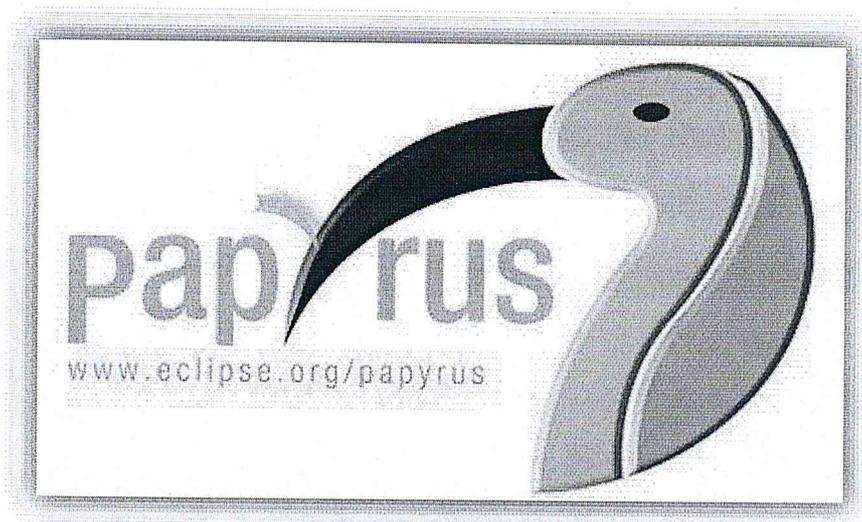


Figure A.1 : Le logo de Papyrus

Papyrus est un outil open source d'édition graphique pour UML2, écrit en Java et basé sur Eclipse. Il peut être installé comme un plugin d'Eclipse ou bien comme un outil autonome. En plus d'UML2 il fournit un support des DSL comme SysML et MARTE (Pap15).

Papyrus vise à fournir un environnement intégré et facile à utiliser pour éditer tout type de modèle EMF, il fournit des éditeurs de diagramme pour les langages de modélisation basé sur EMF (tel que UML2) et fournit les outils nécessaires à intégrer ces éditeurs qui peuvent être basés sur GMF ou autre.

¹ <http://eclipse.org/papyrus/>

Papyrus cherche à mettre en œuvre la spécification standard complète de UML2, Papyrus fournit un support étendu pour les profils UML. Il comprend donc toutes les facilités pour définir et appliquer des profils UML d'une manière très riche et efficace. Mais, il offre également des capacités puissantes d'outils de personnalisation similaires aux métaoutils DSML. De cette façon Papyrus est un outil permettant de regrouper les avantages de l'utilisation d'un langage de modélisation généraliste tel que UML2, mais aussi ceux des approches basées sur les DSML.

Chaque partie de Papyrus peut être personnalisée : l'explorateur de modèle, les éditeurs de diagrammes, les éditeurs de propriétés, etc. Papyrus fournit également un support complet pour SysML afin de permettre l'ingénierie des systèmes à base de modèle, il comprend une implémentation du profil statique SysML et les éditeurs graphiques spécifiques requis pour SysML.

Papyrus est un éditeur graphique mais aussi textuel, il permet la modification des éléments d'un modèle en utilisant les éditeurs de texte contextuels rendant possible la coloration syntaxique, la complétion automatique, l'assistant de contenu, etc.

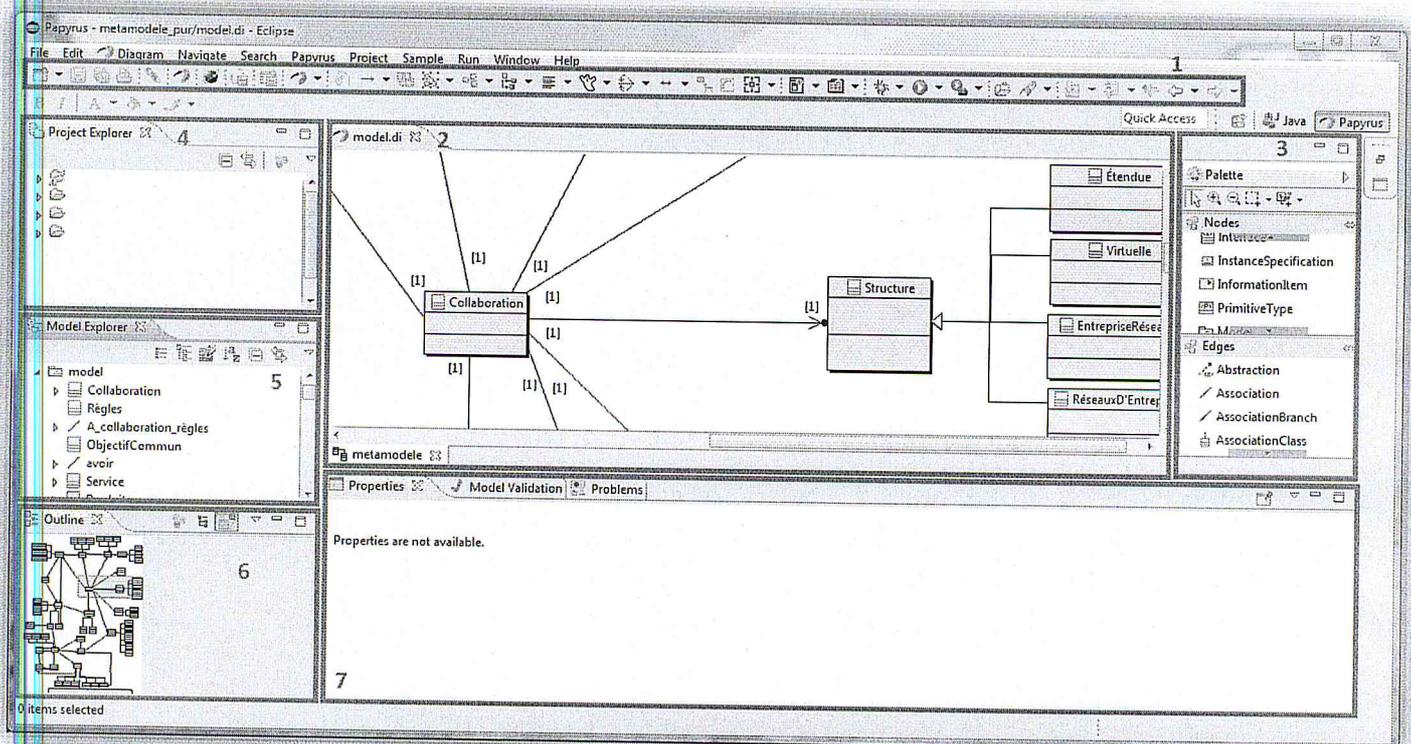


Figure A.2 : L'interface générale de Papyrus

L'interface de Papyrus est partagée en plusieurs vues, chaque vue a une ou plusieurs tâches :

1. La barre d'outils principale : création de diagrammes, édition graphique (aligner, distribuer ...), afficher / cacher, etc.
2. La vue éditeurs de modèle : permet de modifier les modèles en utilisant un langage de modélisation donné ;
3. La Palette : contient les éléments graphique tels que les classes, les contraintes, les interfaces, les associations, etc. permettant la conception des modèles ;
4. La vue Explorateur de projets : la vue physique du modèle, utilisé pour gérer des projets au niveau du système de fichiers ;
5. La vue Explorateur de Modèle : la vue logique du fichier ouvert, sous forme d'une arborescence couvrant l'ensemble du modèle ;
6. La vue outline : donne un aperçu du modèle (lecture seule).
7. La vue Propriétés : permet la modification des éléments du modèle, fournit plusieurs onglets tels que UML, Commentaires, Profile, Style, Apparence, etc.

L'utilisation de Papyrus présente plusieurs avantages, on peut citer les suivants (Pap15):

- Gérer les profils et les stéréotypes UML ;
- Gérer le chargement des ressources ;
- Adapter le chargement de modèle en fonction de leur contexte ;
- Travailler avec des restrictions sur le modèle ;
- Diviser un modèle en plusieurs parties ;
- Réassembler un modèle ;
- Rendre le travail d'équipe possible sur un modèle ;
- Travailler sur d'énormes modèle ;
- Faciliter la définition des DSML ;
- Faciliter la personnalisation avec des outils de configuration dynamiques ;
- Réduire le coût et le temps pour développer des éditeurs spécifiques de domaine.

Annexe B : EMF et GEF

La modélisation spécifique à un domaine (DSM) est largement soutenue dans le développement des logiciels, son importance réside dans sa simplicité. Elle supporte un plus haut niveau d'abstraction donc elle nécessite moins d'efforts et moins de détails de bas niveau pour spécifier un système donné.

Les langages spécifiques à un domaine (DSML) sont impliqués systématiquement dans la DSM. Ces langages permettent d'augmenter le niveau d'abstraction et aident à définir le cycle de vie du logiciel par la représentation des problèmes graphiquement. De cette façon les applications de modélisation spécifiques à un domaine (les éditeurs graphiques de modèles) ont gagné de popularité.

Parmi les frameworks de développements des éditeurs graphiques de modèles on trouve Eclipse GMF qu'on a utilisé dans notre travail, GMF est basé sur deux autres frameworks d'Eclipse : EMF et GEF. Il a été développé pour combler l'écart architectural entre EMF et GEF et compléter les technologies DSM. Dans cette annexe nous allons présenter les deux frameworks EMF et GEF et montrer leurs rôles dans le développement des éditeurs graphiques de modèles.

B.1 EMF

Eclipse EMF est utilisé pour modéliser un modèle de domaine, le modèle de domaine représente les données qu'on souhaite travailler avec. EMF fournit un framework pour stocker les informations d'un modèle en partant un métamodèle qui décrit sa structure, la définition du modèle est stockée sous forme XMI. En réalité EMF est basé sur deux métamodèles : le métamodèle Ecore qui contient les informations des classes définies et le métamodèle Genmodel qui contient des informations supplémentaires sur la génération du code (Vogel, 2014).

Le métamodèle Ecore permet de définir plusieurs éléments :

- **EClass**: représente une classe, avec zéro ou plusieurs attributs et zéro ou plusieurs références ;
- **EAttribute**: représente un attribut qui a un nom et un type ;

- **EReference**: représente une extrémité d'une association entre deux classes ;
- **EDataType**: représente le type d'un attribut, p. ex. int ou float.

Le métamodèle peut être créé ou importé par différents moyens, p. ex. XMI, les annotations Java, UML ou XML Schema. Dans notre cas nous avons spécifié notre genmodel et fichier Ecore à partir du métamodèle créé dans le chapitre 3 sous forme d'un fichier UML.

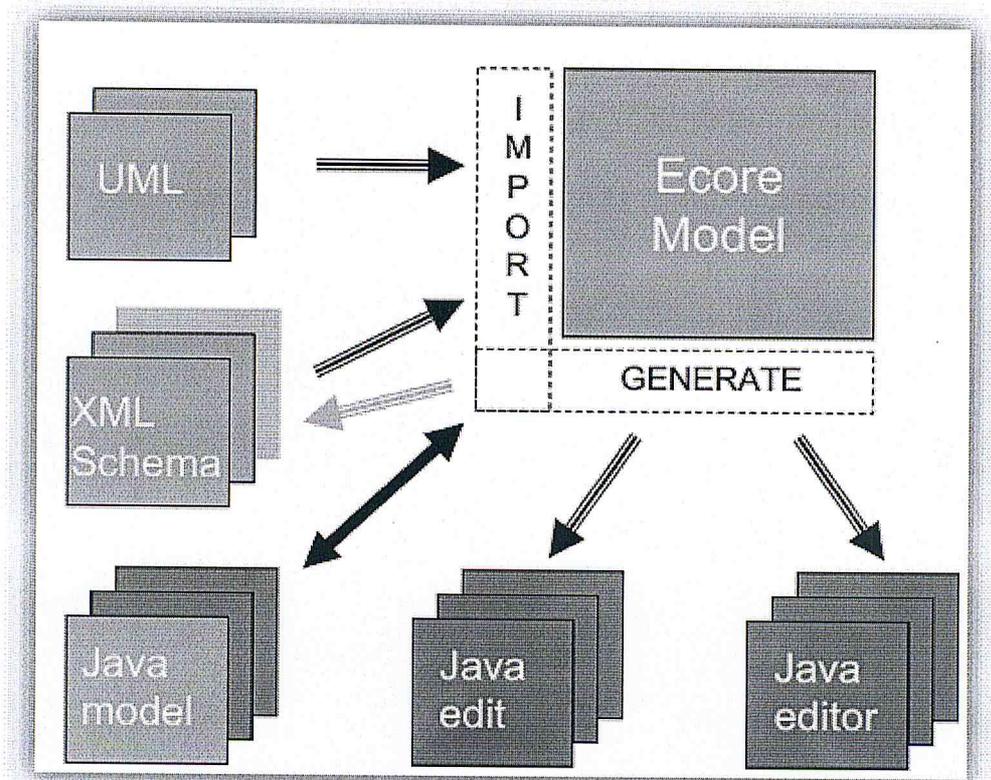


Figure B.1. L'importation et la génération de modèles avec EMF (Merks, et al., 2005)

EMF permet de générer les classes d'implémentation JAVA correspondantes à un métamodèle une fois que ce dernier est spécifié. EMF donne aussi la possibilité de modifier le code généré pour correspondre aux objectifs désirés.

Les points de fort :

- faciliter la génération de code pour le développement des outils basés sur des modèles structurés de données;
- supporter en entrée des modèles spécifiés en UML, XML Schema, annotations Java et autres outils de modélisation;
- fournir des outils pour la génération des classes Java et des classes d'adaptateur;
- permettre la visualisation et l'édition des modèles ;
- en cas de modification du modèle, EMF fournit une fonctionnalité de notification de changement.

B.2 GEF

GEF est une infrastructure open source pour créer et utiliser des éditeurs graphiques basés sur Eclipse à partir de modèles existants. GEF comporte deux composantes d'Eclipse: le plugin Draw2d² qui fournit les outils d'affichage et dessin graphique et GEF qui est basé sur l'architecture MVC³ (Model-View-Controller), et qui permet la modification du modèle à partir de la Vue (eclipse, 2015).

² <http://www.eclipse.org/gef/draw2d/>

³ <http://www.wikiwand.com/en/Model-view-controller>

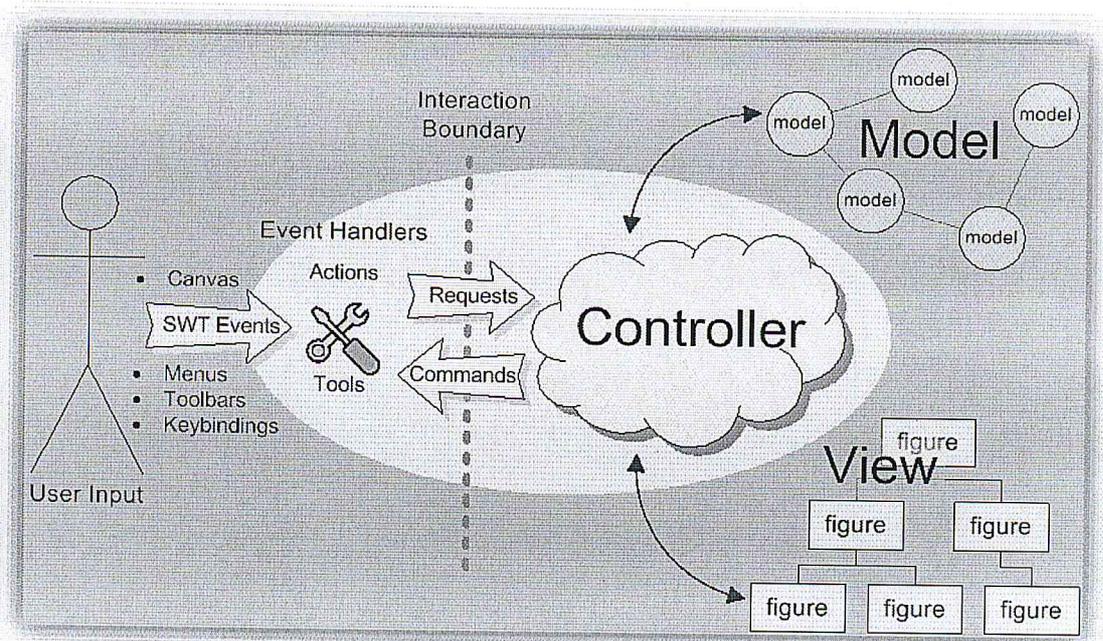


Figure B.2. La relation entre GEF et MVC

L'architecture sous-jacente de GEF est le patron de conception MVC. Les données à gérer (modèle), la visualisation (vue) et les fonctionnalités d'interaction (contrôleur) sont séparées en différentes classes Java.

Les points de fort :

- fournir une technologie pour la réalisation des éditeurs graphiques ;
- permettre l'intégration des éditeurs créés dans le plan de travail d'Eclipse ;
- supporter les interactions avec la souris et le clavier ;
- faciliter l'affichage graphique de n'importe quel modèle en utilisant les figures Draw2d.

