



**HAL**  
open science

## Architectures collaboratives pour l'aide à la décision dans les entreprises en réseau

Yacine Ouzrout

► **To cite this version:**

Yacine Ouzrout. Architectures collaboratives pour l'aide à la décision dans les entreprises en réseau. Modélisation et simulation. Université Lumière - Lyon II, 2012. tel-00793994

**HAL Id: tel-00793994**

**<https://theses.hal.science/tel-00793994>**

Submitted on 25 Feb 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# **HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES**

Présentée à  
L'Université Lumière– Lyon 2  
Ecole Doctorale : Informatique et Mathématiques de Lyon (InfoMaths)

Par Yacine OUZROUT  
Maître de Conférences - 61<sup>ème</sup> section

## **Architectures collaboratives pour l'aide à la décision dans les entreprises en réseau**

Soutenue le 21 Mars 2012 devant le jury composé de :

Michel GOURGAND	Professeur à l'Université de Clermont-Ferrand	Rapporteur
Bernard GRABOT	Professeur à l'ENI de Tarbes	Rapporteur
Yannick FREIN	Professeur à l'INP de Grenoble	Rapporteur
Valérie BOTTA-GENOULAZ	Professeur à l'INSA de Lyon	Examineur
Bruno VALLESPER	Professeur à l'Université de Bordeaux 1	Examineur
Hongnian YU	Professeur à Staffordshire University (UK)	Examineur
Abdelaziz BOURAS	Professeur à l'Université Lyon 2	Directeur de Recherche



---

## REMERCIEMENTS

---

Avant de commencer l'exposé de ces années de carrière scientifique et pédagogique, je souhaite remercier ici tous ceux qui ont contribué à l'aboutissement de la préparation de mon habilitation à diriger des recherches.

Tout d'abord, mes remerciements s'adressent à Messieurs Michel Gourgand, Professeur à l'université de Clermont-Ferrand, Bernard Grabot, Professeur à l'ENI de Tarbes, et Yannick Frein, Professeur à l'INP de Grenoble qui ont accepté de m'accompagner dans ma démarche en assurant le rôle de rapporteur.

Je tiens ensuite à remercier mon Directeur de Recherche Abdelaziz Bouras, Professeur à l'Université Lyon 2, pour la confiance et les conseils avisés qu'il m'accorde, et pour la dynamique qu'il a su créer au sein de l'équipe.

Je suis aussi honoré par la présence dans ce jury de Madame Valérie Botta-Genoulaz, Professeur à l'INSA de Lyon, de Monsieur Bruno Vallespir, Professeur à l'Université de Bordeaux 1 et de Monsieur Hongnian YU, Professeur à Staffordshire University en Angleterre. Je les remercie pour leur contribution à la validation de mon travail.

Ce mémoire d'habilitation est le fruit d'un travail collectif, dont une grande partie a été menée avec et par des doctorants que j'ai eu la chance de coencadrer. Je remercie ainsi chaleureusement Nadia Kabachi, Pascal Boutin, Samia Chehbi-Gamoura, Laurent Buzon, Hichem Geryville, Pradorn Sureephong, Napaporn Reveerakul, et Thitiya Manakitsirisuthi, ainsi que les nombreux étudiants en Master qui ont également contribué à ces travaux.

Je remercie chaleureusement mes collègues et amis du Laboratoire DISP et de l'IUT, et plus particulièrement Gilles Neubert, qui m'a permis d'intégrer l'IUT et avec lequel j'ai partagé de nombreux travaux et projets de recherche (et toujours dans la bonne humeur), Aicha Sekhari, Néjib Moalla, et tous les autres.

J'associe à ces remerciements les Professeurs Patrick Prévot et Lucien Vincent qui m'ont accompagné dans mes premiers pas en recherche. Et je voudrais saluer la mémoire du Professeur Albert Mathon, trop tôt disparu, qui a été mon directeur de thèse et a beaucoup contribué à mon engagement en recherche.

Je remercie Paul Rousset, qui m'a fait confiance en 1998 pour intégrer l'IUT Lumière, dont il était le directeur, et pour les responsabilités qu'il m'a tout de suite confiées. Merci également à Michel Le Nir, actuel Directeur de l'IUT, pour sa confiance renouvelée et pour son soutien sans faille à l'équipe de recherche. Merci à Fabienne et à Eric pour leur aide dans les moments de grand stress et pour la relecture de ce mémoire... Enfin, je voudrais remercier l'ensemble des collègues de l'IUT Lumière Lyon 2, qui forment une grande famille, et qui font que je prends un réel plaisir à aller travailler tous les jours.

Enfin un grand merci à Sihem, mon épouse, et à mes enfants, Inès et Samy, pour tout le bonheur que vous m'apportez.



---

## AVANT PROPOS

---

Ce mémoire a pour objectif de présenter une synthèse de mes activités d'enseignement et de mes travaux de recherches au cours de ces quinze dernières années dans le domaine des architectures informatiques pour la simulation des processus collaboratifs et l'aide à la décision dans des contextes d'entreprises en réseau. Mes réflexions s'articulent autour de la problématique de la collaboration et de la prise de décision dans les entreprises en réseau, dans des contextes de chaînes logistiques et d'analyse du cycle de vie des produits services.

La problématique principale à laquelle je me suis consacré concerne « *L'étude et la mise en œuvre de modèles et d'architectures d'aide à la décision pour les acteurs décisionnels, dans des contextes de pilotages de chaînes logistiques et de gestion du cycle de vie des produits* ».

Ce mémoire est organisé en deux parties, une première présente l'ensemble de mes activités et travaux d'enseignant-chercheur (enseignement, recherche, administration) sous la forme d'un curriculum vitae détaillé, la seconde constitue le cœur de ce document ; elle développe un bilan et les perspectives de mes activités de recherche selon trois principaux axes scientifiques qui correspondent à des travaux de recherche dans le domaine des modèles de simulation et d'aide à la décision, des architectures et modèles informatiques pour l'intégration des systèmes d'information, et enfin, des systèmes de gestion des connaissances. Elle se termine par un bilan et une présentation de quelques perspectives pour la suite de ma carrière d'enseignant-chercheur.

J'ai choisi de décrire mes travaux de recherche, ainsi que les différents projets et encadrements que j'ai animés ou auxquels j'ai participé, suivant une articulation qui permet d'expliquer non seulement leur développement et leur évolution mais également leur cohérence. Je vais ainsi tenter de montrer comment, à partir d'une problématique concernant l'utilisation des systèmes multi-agents pour la modélisation et la simulation des processus décisionnels dans un contexte intra-entreprise, j'ai pu dégager une problématique élargie concernant la réactivité, la collaboration, et le partage d'informations et des connaissances dans les entreprises en réseau et conduire ainsi des travaux y répondant tout au long des thèses et des projets auxquels j'ai participé.



---

## TABLE DES MATIERES

---

<b>Introduction générale.....</b>	<b>02</b>
<b>Partie I: Synthèse des activités d'enseignement et de recherche</b>	<b>04</b>
Chapitre 1 : Synthèse des activités	
1.1 Curriculum Vitae .....	06
1.1.1. Etat Civil	06
1.1.2. Situation professionnelle	06
1.1.3. Formation	06
1.1.4. Parcours professionnel	06
1.2 Synthèse des activités de recherche .....	07
1.2.1. Introduction	07
1.2.2. Administration et animation de la recherche	09
1.2.3. Projets et contrats de recherche	10
1.2.4. Encadrement doctoral : Thèses soutenues	14
1.2.5. Encadrement doctoral : Thèses en cours	15
1.2.6. Encadrement de masters recherche et professionnel	15
1.2.7. Productions scientifiques	17
1.3 Synthèse des activités d'enseignement .....	25
1.3.1. Introduction	25
1.3.2. Domaines d'enseignement	26
1.3.3. Synthèse des enseignements :	26
1.3.4. Principales responsabilités pédagogiques et administratives	31
<b>Partie II : Synthèse et bilan des activités de recherche</b>	<b>34</b>
Introduction .....	35
Chapitre 2 : Axe modélisation et simulation des relations intra et inter-entreprises	42
2.1 Problématique générale.....	43
2.2 D'un modèle de simulation pour les organisations productives...	45
2.3 ... à des modèles de simulation pour les chaînes logistiques	51
2.4 Bilan de l'axe et production scientifique .....	73
Chapitre 3 : Axe ingénierie des systèmes d'informations	75
3.1 Problématique générale.....	77
3.2 Intégration des systèmes d'informations et Interopérabilité	78
3.3 Intégration d'un système PLM et d'un système de gestion des connaissances	88
3.4 Bilan de l'axe et production scientifique .....	95
Chapitre 4 : Axe Ingénierie des connaissances dans le cadre de l'entreprise étendue	98
4.1 Problématique générale.....	99
4.2 Architectures de gestion des connaissances pour l'entreprise étendue	100
4.3 Une architecture de gestion des connaissances pour les clusters	109
4.4 Bilan de l'axe et production scientifique .....	114
Conclusion et perspectives .....	118
Table des figures .....	118
Bibliographie .....	126



---

## INTRODUCTION GENERALE

---

Mes activités d'enseignement et de recherche ont démarré en même temps que ma thèse de doctorat en informatique au sein de l'Ecole des Mines de Saint-Étienne. A l'issue de ma thèse de doctorat, soutenue en Avril 1996, j'ai obtenu un poste d'ingénieur de recherche à l'Ecole des Mines de Saint-Étienne pendant deux ans, jusqu'à mon recrutement en tant que Maître de Conférences à l'IUT Lumière de l'Université Lyon 2 en 1998.

J'ai commencé mes travaux de recherche dans le cadre de ma thèse de doctorat dans le domaine de l'informatique et du génie industriel dans l'équipe des Professeurs Albert Mathon et Lucien Vincent autour de la problématique de la modélisation et de la simulation des processus décisionnels et organisationnels dans les systèmes de production. Puis, en 1998, j'ai été recruté en tant que Maître de conférences à l'IUT Lumière de l'Université Lyon2 et dans le Laboratoire PRISMa (Productique et Informatique pour les Systèmes Manufacturiers). Mes travaux de recherche ont été un peu ralentis pendant trois ans au vu des responsabilités administratives qui étaient les miennes à l'IUT, cela ne m'a pas empêché de co-encadrer une thèse de Doctorat avec le Professeur Jean-Pierre Campagne (thèse de Pascal Boutin) sur le thème de l'Intégration des Systèmes d'information et des ERP.

A partir de 2001, le Professeur. Abdelaziz Bouras nous a rejoints à l'IUT Lumière pour former avec d'autres collègues une équipe au sein du Laboratoire PRISMa puis du LIESP (Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production, à partir de 2005). Cette arrivée a permis de déclencher une nouvelle dynamique de recherche qui s'est traduite par l'arrivée de nouveaux doctorants et la participation à de nombreux projets aussi bien régionaux, que nationaux et internationaux. Cette dynamique ne s'est pas démentie jusqu'à aujourd'hui...

Les thèmes scientifiques que j'ai abordés dans le cadre de ma thèse concernaient les modèles informatiques pour la prise de décision dans les systèmes de production. Après avoir étudié les différentes méthodes de modélisation d'entreprise ainsi que les approches liées au pilotage dans les entreprises industrielles, j'ai proposé un modèle de simulation des processus industriels permettant de coupler un simulateur à événements discrets, dédié à l'analyse des flux physiques, à un modèle de simulation décisionnel et organisationnel à base d'Agents cognitifs. J'ai par la suite abordé la problématique de la prise de décision et montré que l'efficacité de la décision dépend de sa capacité à exploiter des mécanismes d'apprentissage comparables à ceux utilisés par l'homme ; pour cela j'ai proposé une évolution du modèle de simulation en intégrant dans les agents logiciels des mécanismes de raisonnement et d'apprentissage (raisonnement à base de cas).

Après cette phase d'étude des organisations et des processus intra-entreprise, ces architectures ont été enrichies de manière à intégrer des problématiques liées à la dimension collaborative dans le cadre des entreprises en réseau et des chaînes logistiques. Pour cela, nous avons proposé des modèles de simulation multi-agents afin de simuler les comportements des acteurs décisionnels dans le cadre des processus collaboratifs dans les chaînes logistiques, et en particulier, le lien entre collaboration et partage d'informations et amélioration des performances locales (à chaque entreprise) et globales (à l'ensemble de la chaîne logistique).

En parallèle de ces travaux, il est vite apparu la nécessité d’approfondir les problématiques liées aux systèmes d’information et à la gestion des connaissances. En effet, les processus décisionnels dans des contextes collaboratifs nécessitent un alignement des systèmes d’information aux différents processus organisationnels. Les principaux systèmes d’information existants, par exemple les ERP, ou les systèmes PLM pour la gestion du cycle de vie des produits, ont pour objectif principal d’organiser, de stocker, et de restituer les informations liées aux processus et aux produits dans les différentes phases de leurs cycles de vie (de la conception au recyclage, en passant par les phases de fabrication, de stockage, de maintenance, de distribution,...). Nous avons donc traité de certaines problématiques posées par cet alignement, et en particulier l’intégration des systèmes d’information, l’interopérabilité des systèmes, et la gestion des connaissances.

L’évolution de mes préoccupations peut ainsi s’analyser selon quatre phases successives, qui correspondent à un élargissement progressif des problématiques traitées : de la modélisation et la prise de décision dans les systèmes de production, à la modélisation et la simulation des processus collaboratifs dans les chaînes logistiques et les entreprises en réseau, puis l’intégration par les systèmes d’informations des processus PLM et *Supply Chain*, et enfin le développement d’architectures et de solutions distribuées pour le partage et l’échange d’informations et de connaissances tout au long du cycle de vie des produits. Ces travaux de recherche se sont développés selon trois principaux axes scientifiques :

- a. Conception de modèles de simulation et d’aide à la décision pour l’étude de la dynamique des systèmes complexes et l’évaluation des performances : systèmes multi-agents, modèles formels de décisions multicritères, décision collective et distribuée,... (Thèses Kabachi, Chehbi et Nfaoui).
- b. Intégration des systèmes d’information et mise en place d’architectures et de référentiels pour la gestion et le suivi des données : architectures d’échanges, approches par les modèles, MDA, interopérabilité,... (Thèses Moalla, Geryville).
- c. Développement de systèmes de gestion des connaissances : méthodes hybrides d’ingénierie des connaissances, modèles pour la capitalisation et la réutilisation des connaissances, formalisme de modélisation de la coopération/négociation entre acteurs dans les systèmes distribués... (Thèses Buzon, Sureephong, Manakitsirisuthi).

Ces trois dimensions convergent en fait vers un paradigme plus large pour l’aide à la décision dans le cadre des entreprises en réseau : le paradigme de *l’entreprise agile et durable*. Ce paradigme place au cœur de la performance des entreprises la nécessité de mettre en œuvre des modes d’organisation réactifs, et des modes de collaboration et de synchronisation des systèmes d’information, leur permettant de s’intégrer à des chaînes logistiques, ou de participer à des projets de développement de produit, en fonction des besoins, et de mettre ainsi en place des partenariats et des échanges performants et facilement reconfigurables. Ceci rejoint les préoccupations actuelles sur les principes d’agilité des entreprises, d’urbanisation des systèmes d’information, et de *cloud computing* par exemple.

Dans ce contexte, et en synthèse de ce mémoire, nous proposerons des pistes de réflexion et des perspectives de recherche issues de ces axes scientifiques, dont les orientations principales sont : la définition de modèles cognitifs d’aide à la décision pour les entreprises en réseau, basés sur la simulation et l’optimisation, et intégrant des notions d’agilité, de réactivité, de capitalisation des connaissances, et d’optimisation durable et pérenne.

---

# PARTIE I : SYNTHÈSE DES ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

---



---

## 1.1 Curriculum Vitae

---

### 1.1.1. Etat Civil

OUZROUT Yacine  
Né le 08 août 1966 à Alger  
Nationalité Française  
Marié, deux enfants

*Coordonnées personnelles :*  
47 chemin du clos - Vancia  
69676 Rillieux-la-Pape  
Tél. 04 78 77 44 84  
Mobile 06 88 84 45 60

### 1.1.2. Situation professionnelle

*Fonction :* Maître de conférences à l'Université Lumière Lyon 2

*Laboratoire de rattachement :* DISP (ex. LIESP) Décision & Information pour les Systèmes de Production (EA n°4750), établissements : INSA de Lyon, UCB Lyon1 et UL-Lyon2.

*Coordonnées professionnelles :*  
IUT Lumière - Université Lyon 2  
168, Boulevard de l'Université  
69676 BRON Cedex  
Tél. 04 78 77 44 84  
Mobile. 06 88 84 45 60  
e-mail : yacine.ouzrout@univ-lyon2.fr

### 1.1.3. Formation

- 1996 Doctorat en Ingénierie Informatique. Laboratoire PRISMa, à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. Sujet « *Modélisation et Simulation d'Organisations Productives Réactives : Une Approche Multi-Agents* ». Soutenue le 05 Avril 1996. Mention Très Honorable avec Félicitations du Jury.
- 1992 Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA) en Ingénierie Informatique à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
- 1990 Diplôme d'Ingénieur en Informatique, spécialité : Informatique de gestion à l'Ecole Nationale d'Ingénieurs et de Techniciens d'Algérie.

### 1.1.4. Parcours professionnel

- Depuis 2010 Directeur Adjoint – IUT Lumière (Université Lyon 2).
- 2008-2010 Chef du département Qualité, Logistique Industrielle et Organisation (QLIO), IUT Lumière (Université Lyon 2).
- 2008-2010 Responsable de la licence Professionnelle Gestion de Production

Industrielle (GPI), spécialité : Coordinateurs de projet en gestion des risques, gestion de la sous-traitance, et Systèmes d'information – IUT Lumière (Université Lyon 2).

- 2000-2009 Chargé de mission : Administration des Systèmes d'information de l'IUT Lumière (Université Lyon 2).
- 1998-2011 Coordinateur des enseignements informatiques pédagogiques à l'IUT Lumière (Université Lyon 2).
- 2001-2008 Responsable des « Relations Entreprises » du département QLIO (en alternance) et des Licences Professionnels GPI - Coordinateurs de projets (en alternance) – IUT Lumière (Université Lyon 2).
- Depuis 1998 Maître de conférences en informatique à l'I.U.T. Lumière
- 1996-1998. Ingénieur de recherche : centre SIMADE à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.
- 1995-1996. Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche (ATER) : centre SIMADE à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.
- 1992-1996 Doctorant en Ingénierie Informatique à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne – INSA de Lyon, sous la direction de A. Mathon et L. Vincent
- 1991-1992 Ingénieur de recherche : laboratoire LISPI, INSA-Lyon

---

## 1.2 Synthèse des activités de recherche

---

### 1.2.1. Introduction

Ma carrière de chercheur a débuté en 1993 au Centre SIMADE, département d'enseignement et de recherche en génie industriel de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (ENSM-SE), sous la direction des Professeurs Albert Mathon et Lucien Vincent. Ce département s'est depuis réorganisé et est aujourd'hui dirigé par le Professeur Alexandre Dolgui. Dans cet environnement, j'ai commencé mes travaux de recherche, dans le cadre de ma thèse de doctorat, dans le domaine de l'informatique et du génie industriel autour de la problématique de la modélisation et de la simulation des processus décisionnels et organisationnels dans les systèmes de production, thèse que j'ai soutenue en 1996. J'ai par la suite poursuivi ma collaboration avec cette équipe pendant deux années, j'ai en effet été recruté en tant qu'ingénieur de recherche, ce qui m'a permis de poursuivre les travaux que j'avais entamés sur les modèles de simulation à base d'agents cognitifs, en particulier dans le cadre du co-encadrement de la thèse de Nadia Kabachi, qui a complété l'architecture proposée en intégrant des mécanismes d'apprentissage à base de cas dans le modèle originel, ce qui permet aux agents décisionnels de tenir compte des expériences passées.

En 1998, j'ai été recruté en tant que Maître de Conférences à l'IUT Lumière de l'Université Lyon2, j'ai donc rejoint le Laboratoire PRISMa (Productique et Informatique pour les Systèmes Manufacturiers), sous la direction du professeur Joël Favrel. J'ai co-encadré une première thèse de doctorat avec le professeur Jean-Pierre Campagne, la thèse de Pascal Boutin de 1998 à 2001, sur le thème de l'intégration des systèmes d'informations et sur les démarches d'accompagnement de la mise en place des ERP.

A partir de 2001, le Professeur Abdelaziz Bouras nous a rejoints à l'IUT Lumière pour former avec Gilles Neubert et d'autres collègues une équipe à l'université Lyon 2, du Laboratoire PRISMa, puis du LIESP (Laboratoire d'Informatique pour l'Entreprise et les Systèmes de Production) à partir de 2005. Suite à son arrivée, nous avons démarré un certain nombre de projets de recherche, de collaborations industrielles, et de conventions de cotutelle.

Mes travaux effectués au LIESP durant ces années m'ont permis d'élargir les problématiques scientifiques et le champ d'application de recherches effectuées durant ma thèse en projetant les résultats obtenus sur le domaine de la simulation et de l'aide à la décision dans les systèmes de production. J'ai en effet généralisé l'objet de mes travaux à la problématique des situations de prises de décision dans les entreprises en réseau et les chaînes logistiques, d'une part, et à la gestion du cycle de vie des produits, d'autre part.

La thématique de recherche que j'ai alors développée, « *l'étude et la mise en œuvre de modèles et d'architectures d'aide à la décision pour les acteurs décisionnels, dans des contextes de pilotages de chaînes logistiques et de gestion du cycle de vie des produits* », se trouve à la croisée de différents domaines scientifiques comme la modélisation des systèmes, la simulation, la conception de systèmes d'information, les systèmes multi-agents, les architectures informatiques et l'étude des facteurs humains.

En effet, et comme le précise Xavier Boucher dans son mémoire d'HDR [Boucher, 2007], la recherche en Génie Industriel a accompagné les nouvelles préoccupations des entreprises en déplaçant le champ de recherche suivant deux principaux axes :

- de l'ingénierie des systèmes de production intra-entreprise, vers l'ingénierie des entreprises en réseau : entreprise virtuelle, entreprise étendue, chaînes logistiques, Cluster, etc.
- de la rationalisation des systèmes de production, vers une rationalisation du système d'information, puis vers une rationalisation des processus décisionnels et cognitifs (paradigme de l'entreprise cognitive).

Mon travail s'est intégré dans cette mouvance du génie industriel. En effet, l'évolution de mes préoccupations au niveau scientifique peut s'analyser selon quatre phases successives, qui correspondent à un élargissement progressif des problématiques traitées : de la modélisation et la prise de décision dans les systèmes de production (*intra-entreprise*), vers la collaboration dans les chaînes logistiques et les entreprises en réseaux (*inter-entreprises*), puis intégration de la dimension « *produit* » avec la préoccupation de la mise en place d'architectures et de solutions informatiques pour le partage d'information et la gestion des connaissances tout au long du cycle de vie des produits (PLM).

Dans ce contexte, les axes de recherches scientifiques que j'ai développés peuvent être résumés ainsi :

- Conception de modèles de simulation et d'aide à la décision pour l'étude de la dynamique des systèmes complexes et l'évaluation des performances : modèles formels de décision multicritères, décision collective et distribuée,... (Thèses Kabachi, Chehbi et Nfaoui)
- Intégration des systèmes d'information et mise en place d'architectures et de référentiels techniques pour la gestion et le suivi des données : approches par les modèles, MDA, interopérabilité... (Thèses Moalla et Geryville)
- Développement de systèmes de gestion des connaissances : méthodes hybrides d'ingénierie des connaissances, modèles pour la capitalisation et la réutilisation des connaissances, formalisme de modélisation de la coopération/négociation entre acteurs dans les systèmes distribués... (Thèses Buzon, Surephong, Manakitsirisuthi)

Ces travaux de recherche ont abouti à la proposition d'architectures de simulation, de gestion des connaissances, et d'aide à la décision pour les entreprises en réseaux et les chaînes logistiques. Ces différentes contributions ont été développées dans le cadre du co-encadrement d'un certain nombre de thèses de doctorat, de projets de recherche, et de contrats industriels.

Ces contributions seront décrites et détaillées dans la deuxième partie de ce mémoire, nous proposerons également dans cette deuxième partie des perspectives de recherche et une évolution de ces axes de recherche vers la définition de modèles cognitifs d'aide à la décision basés sur la simulation et l'optimisation et intégrant les notions d'agilité, de réactivité, de capitalisation des connaissances et d'optimisation durable.

## 1.2.2. Administration et animation de la recherche

### 1.2.2.1. Laboratoires PRISMa, LIESP, puis DISP

- Membre élu du conseil du laboratoire DISP, collège Enseignants/Chercheurs (depuis 2010)
- Membre élu du conseil du laboratoire LIESP collège Maîtres de conférences (2008-10)
- Membre élu du conseil du laboratoire PRISMa, collège Maîtres de conférences (2002-06)

### 1.2.2.2. Universités

- Membre externe du groupe d'experts en 26/27/61 de l'université Lyon 2 (depuis 2009)
- Membre nommé du groupe d'experts en 27/61 de l'université de Savoie (depuis 2009)
- Membre élu de la commission de spécialiste 26/27/61 de l'Université Lyon 2 (2002-09)
- Membre élu au conseil de l'IUT Lumière. Conseil des enseignants-chercheurs (2002-06)
- Membre de la commission d'engagement des moniteurs de l'Université Lyon 2 (2001-09)

### 1.2.2.3. Régional et national

- Membre élu au Conseil d'Administration du Cluster Logistique Rhône-Alpes (cluster économique). Je représente l'université Lyon 2 au conseil d'administration de ce cluster dans le collège des établissements de formation et de recherche depuis 2009
- GDR MACS (depuis 2003) : groupe de recherche du CNRS en **M**odélisation, **A**nalyse et **C**onduite des **S**ystèmes dynamiques, pôle Sciences et Techniques de la Production. Participation aux groupes Vendome puis **FL** (gestion et pilotage des **F**lux industriels et **L**ogistiques), ainsi qu'au groupe **MOME** (**M**éthodes et **O**utils pour la **M**odélisation et l'**E**valuation)
- GRP (1997-2002) : Groupement pour la recherche en Productique. Membre des groupes Organisation et Gestion de la Production (OGP) et Approches et Modèles pour l'Evaluation des Performances (AMOEP).

### 1.2.2.4. International

- Membre de INTEROP-VLAB Grande Région (Laboratoire Virtuel International pour l'Interopérabilité d'Entreprise) : je représente, avec Néjib Moalla, au conseil scientifique de ce consortium, l'équipe Lyon 2 du Laboratoire DISP depuis 2011.
- "Special workshop" Co-Chair pour la conférence internationale SKIMA'09 – Int. Conference on Software, Knowledge and Information Management and Applications ; Fes, Maroc, Octobre 2009.
- Membre du comité d'organisation des Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents, Lyon, Octobre 2009.

- Co-chairman de la conférence internationale SKIMA08 – Int. Conference on Software, Knowledge and Information Management and Applications; Katmandou, Népal, 2008.
- Membre de “International Committee” on AICIT's Int. conference series, depuis 2009.
- Membre du réseau Intelligent Manufacturing System Network of Excellence, SIG1 (PLM) et SIG 9 (Supply Chain Integration) Organisation d’un workshop de travail en juillet 2005 précédant la conférence PLM 05 à Lyon (2004-2005)
- Membre d’un réseau international sur la thématique “Long Term Knowledge Retention” ; participation à un workshop organisé par le NIST (*National Institute of Standards and Technology*), Gaithersburg, MD, USA March 15-16, 2006
- Co-animation d’un French-US Workshop on “ICT and Standards for Supply Chain and PLM” au NIST, Gaithersburg, MD, USA November 6th and 7th 2006.
- Membre du Comité de Programme des conférences internationales ICM’05 (Tunisie) SKIMA 06 (Thaïlande), ICTIS’07 (Maroc), SKIMA 09 (Maroc),...
- Co-chairman du comité local d’organisation de la conférence internationale PLM05 – Lyon, juillet 2005.
- Guest Speaker pour la Conférence Internationale IEEE ITC’2004 à Bangkok, Thaïlande.
- Organisateur d’une session invitée “Supply Chain Management and Web Technologies” dans le cadre d’un congrès international sur la systémique et informatique - SCI’03, Orlando, 2003.
- Reviewer pour des revues nationales et internationales : IJTM (*Int. Journal of Technology management*), IJPD (*Int. Journal of Product Development*), IJSM (*Int. Journal of Integrated Supply Management*), IJASM (*Int. Journal of Agile Systems and Management*), IJPLM (*Int. Journal of Product Lifecycle Management*), JIM (*Journal of Intelligent Manufacturing*), JESA.
- Reviewer pour des conférences nationales et internationales : INCOM, ICTIS, PLM, MOSIM, SKIMA, AICIT's ESS...

#### 1.2.2.5. Edition

- Membre du comité scientifique de la revue internationale IJPLM (*International Journal of Product Lifecycle Management*), depuis 2004.
- Guest Editor en collaboration avec le NIST (*National Institute of Standards and Technology*), G. Washington University, d’un Numéro spécial de International Journal of Product Development (IJPD ISSN 1477-9056) - « *Product Lifecycle Management: Strategies and Vision* » - Inderscience Publisher. Volume 2 - Issue 1/2 – 2005
- Co-editeur d’un livre SKIMA’2008 Alamghir Hossein et Y. Ouzrout, Indersciences Publishers, 2004, ISSN: 0267-5730
- Editeur d’un numéro spécial d’une revue internationale : A. Bouras, Y. Ouzrout, and N. Sapidis., “*Supply Chain Management: Integration Strategies based on New Technologies*”, Special Issue of the International Journal of Technology Management (IJTM), Indersciences Publishers, 2004, ISSN: 0267-5730
- Coordinateur de numéros spéciaux pour la revue internationale IJTM.

### 1.2.3. Projets et contrats de recherche

#### 1.2.3.1. Projets Internationaux

**2010-2014 Projet Erasmus Mundus SusTainable e-Tourism** : coordinateur local d’un projet européen porté par l’Université Lyon 2, et animé par Abdelaziz Bouras, d’une durée de 48 mois. L’objectif est de développer la mobilité et les transferts de compétences dans le

domaine des nouvelles technologies pour le tourisme. Ce projet regroupe plusieurs institutions d'enseignement supérieur, dont 5 européennes (France, Italie, Allemagne, Royaume-Uni) et 6 asiatiques (Mongolie Laos, Cambodge, Vietnam, Thaïlande et Chine). 100 étudiants de divers niveaux (Licence, Master, PhD) ainsi que des Post-Doctorants et des enseignants-chercheurs séjournent dans les universités européennes à partir de septembre 2011. <http://iutcerral.univ-lyon2.fr/etourism>

- 2009-2011** **Projet Erasmus Mundus E-Link** : participation à un projet Européen (*durée 36 mois*) dont l'objectif était de développer les transferts de compétences dans les domaines de l'informatique et du génie Industriel entre les différentes universités impliquées dans le projet. Ce projet nous a permis d'accueillir une trentaine d'étudiants en master et en PhD. Les partenaires : Hungary (Corvinus University of Budapest), Italy (University of Sannio), UK (Bradford University & Staffordshire University), Bangladesh (United International University), Bhutan (College of Science and Technology), Nepal (Kantipur Engineering College), Pakistan (Mohammed Ali Jinnah University), Thailand (Chiang Mai University), China (Shanghai Jiao Tong University). <http://elink-edu.eu>
- 2009-2010** **Projet EuropeAid SQUARE** (*Systems for QQuality Assurance in Research and Education*): co-animation, avec Abdelaziz Bouras, d'un projet Euro-Thaïlandais (*durée 14 mois*) dont l'objectif était de développer et mettre en place un système de gestion de la qualité pour la recherche et l'éducation. En collaboration avec la Faculté d'Ingénierie de l'Université de Chiang Mai et l'Université de Sannio en Italie. <http://www.camt.cmu.ac.th/square/>
- 2008-2009** **Projet- LTKR** : participation au projet LTKR (*Long Terme Knowledge Retention*), dirigé par Abdelaziz Bouras, dans le cadre d'une collaboration avec le NIST (*National Institute for Standards and Technology*) à Washington. Ce projet a obtenu le soutien du cluster de recherche régional GOSPI. L'objectif de ce projet est l'analyse et le développement d'architectures permettant la préservation et l'archivage des connaissances industrielles à long terme. Partenaires : LIESP (Lyon), NIST (Washington), University of Bath.
- 2009-2010** **Projet EuropeAid ETHICS-FED** (*Euro-Thai implementation of Cooperative Study For Economic Development*) : participation à un projet Euro-Thaïlandais (*durée 18 mois*) dont l'objectif était de développer et mettre en place une formation en génie industriel en alternance dans le cadre du CAMT (*College of Arts Media and Technology*) de l'Université de Chiang Mai, ce projet s'est effectué en collaboration avec l'Université Baden-Württemberg de Villingen-Schwenningen en Allemagne. <http://www.camt.cmu.ac.th/ethicsfed/>
- 2004-2006** **Projet Européen Asia-Link EASTWEST** (*Euro-ASia collaborATions and netWorking in information Engineering System Technology*) - Euro-Asia Exchange Programme in Information Engineering Technology soutenu par la communauté Européenne. Dirigé par Keshav Dahal (Université de Bradford) et composé de trois universités européennes, University of Bradford (UK), Staffordshire University (UK), Université Lyon2 (FR) et 3 partenaires asiatiques, Chiangmai University (Thailand), Kantipur Engineering College (Nepal), Shanghai Jiao Tong University (China). <http://eastwest.inf.brad.ac.uk/>
- 2002-2004** **Projet PAI PLATON** : co-animateur d'un projet de recherche entre l'université Grecque de la mer Egée et le laboratoire PRISMA-Lyon2. Ce projet concernait les architectures informatiques d'échanges de données dans le cadre de l'intégration PLM/Supply Chain. Ce projet a fait l'objet d'une thèse en cotutelle (*H. Geryville*).

### 1.2.3.2. Projets Nationaux

- 2010-2011** **Projet Chaînes Logistiques Durables** : participation au projet Régional « Management et Organisation de Chaînes Logistiques Durables et Responsables » dans le cadre du Cluster Gospi (pilote par J.P. Campagne). Les partenaires de ce projet sont les

laboratoires : LIESP (Lyon), G-SCOP et CERAG (Grenoble), G2i (St-Etienne), LET (Lyon), SYMME (Annecy), COACTIS (Lyon-St-Etienne), et LISTIC (Annecy).

- 2009-2011** **Projet ISPRI-PLM** : participation au projet Régional ISPRI-PLM sur la thématique de « *L'intégration par les services des processus industriels - Application au contexte du PLM* » dans le cadre du Cluster Gospi. Les partenaires de ce projet sont les laboratoires : LIESP (Lyon), G-SCOP (Grenoble), IREGE (Annecy), INRIA (Grenoble), SYMME (Annecy), LISTIC (Annecy), STOICA (Lyon), SYSCOM (Univ. de Savoie).
- 2007-2010** **Projet du cluster recherche GOSPI – COPILOTES 2** : participation au projet COPILOTES 2 (COllaboration et Partage d'Informations dans les chaînes LOGisTiquES) dans le cadre du Cluster Gospi (responsable scientifique Daniel Brissaud) ; projet dirigé par Valérie Botta-Genoulaz sur la thématique « *Optimisation de la Chaîne Logistique* », action « *Alignement Stratégique dans les Supply Chain* ». Dans le cadre de ce projet j'ai eu la coresponsabilité, avec Olivier Lavastre, d'un groupe de travail (ASSIO-3) sur les « *Modèles de simulation de la confiance dans les systèmes inter-organisationnels* ». Partenaires : LIESP (Lyon), G-SCOP (Grenoble), G2I (St-Etienne), GAEL et CERAG (Grenoble), COACTIS (St-Etienne).
- 2006-2009** **Projet du cluster recherche GOSPI – ANCAR PLM** : participation au projet Régional ANCAR-PLM, dirigé par Abdelaziz Bouras, dans le cadre du cluster de recherche GOSPI, dont l'objectif était de contribuer à l'étude et à la mise en œuvre de méthodologies d'intégration et de déploiement de systèmes d'information pour le PLM, permettant la gestion de l'ensemble des flux d'information autour du produit/service à toutes les phases de son cycle vie. Partenaires : LIESP (Lyon), G-SCOP (Grenoble), et IREGE (Annecy), et quatre partenaires industriels.
- 2003-2005** **Projet COPILOTES** (COllaboration et Partage d'Informations dans les chaînes LOGisTiquES) – soutenu par la région Rhône-Alpes dans le cadre de l'Appel à Projets Thématiques Prioritaires 2003-2005 (Thématique STIC-Entreprise Virtuelle). Dirigé par Jean-Pierre Campagne et composé de cinq laboratoires (PRISMa, GILCO, G2I, COPISORG et GAEL) et quatre partenaires industriels (Rhodia, Roset, Valrhona et Finmatica-Ortems). Dans le cadre de ce projet, j'ai eu la co-responsabilité, avec Yannick Frein, d'un groupe de travail (*WG3 : Modélisation et Simulation de Chaînes Logistiques*).
- 2000-2003** **Projet GRECOPME II** (Groupement d'Entreprises Coopératives : Potentialités, Moyens, Evolutions) Participation à ce projet financé par la région Rhône-Alpes et animé par Patrick Burlat de l'Ecole des Mines de St-Etienne. J'ai fait partie du comité de pilotage de ce projet et j'ai co-animé, avec Véronique Deslandres, un axe « *organisation du système d'information-communication* » dont l'objectif était de définir des architectures de systèmes d'information pour des groupements d'entreprises. Partenaires : SIMMO (St-Etienne), PRISMa (Lyon) CREUSET (St-Etienne), LASPI (Roanne), BTP Rhône, groupement MECANERGIE de Roanne.
- 1997-2000** **Projet GRECOPME** : Membre de l'équipe du projet GRECOPME (Groupement d'Entreprises Coopératives : Potentialités, Moyens, Evolutions). L'objectif était d'analyser les phénomènes liés aux groupements d'entreprises en réseau, et identifier les corrélations entre division cognitive du travail et performance économique du réseau. J'ai participé activement à un groupe de travail sur « *Les architectures des Systèmes d'Information pour les groupements d'entreprises* ». Partenaires : Ecole des Mines (St-Etienne), LASPI et CREUSET de St-Etienne, PRISMa et deux groupements d'industriels.
- 1997-1998** Participation à un projet de recherche (PROSPER-CNRS) concernant « *la conduite de l'amélioration des processus organisationnels des entreprises de production* ». Partenaires : Ecole des Mines de St-Etienne, LIRMM Montpellier, Ecole des Mines d'Ales, GESEM, DIAM, SOLLAC.
- 1992-1994** **Projet NADEGE** : Membre de l'équipe de recherche interdisciplinaire du projet NADEGE (Nouvelle Approche de Diagnostic Economique et de Gestion d'Entreprise).

L'objectif était d'identifier les trajectoires productives des entreprises manufacturières et proposer un diagnostic économique des démarches de changements organisationnels. Partenaires : Ecole des Mines (St-Etienne), Laboratoire ECT de Lyon 2, LLP (Annecy) CETIM (St-Etienne).

**1992-1993** **Projet DR/DF** : Membre de l'équipe de recherche interdisciplinaire du projet DR/DF (Donneur d'Ordres/Fournisseurs) cofinancé par la région Rhône-Alpes et par le réseau PROSPER (CNRS) concernant « *l'étude des relations donneur d'ordres/fournisseurs* ». L'objectif du projet était d'identifier les trajectoires productives des entreprises manufacturières et proposer un diagnostic économique des démarches de changements organisationnels. Partenaires: LLP/CESALP (Annecy), GILCO (Grenoble), IRPED, LAG, LAMII, Pechiney, Preguform, Skis Dynastar.

### 1.2.3.3. Projets et contrats industriels

**2005-2007** Contrat industriel avec la société Sanofi Pasteur France et une convention CIFRE dans le cadre de la thèse de Néjib Moalla. Projet porté par Abdelaziz Bouras, Yacine Ouzrout et Gilles Neubert. L'objectif était de garantir la conformité des données de production utilisées dans les systèmes d'information. L'utilisation des méthodes liées à l'Interopérabilité Dirigée par les modèles (MDI) a permis de proposer un cadre d'analyse qui a été mis en œuvre sur des données critiques liées au « vaccin ».

**2006-2007** Contrat industriel avec la société BG-PL@STIC dans le cadre du projet de fin d'études d'Ingénieur de Omar SAKKA (collaboration avec l'ENI de Sfax), dont le sujet était le « *Choix et mise en place d'un ERP dans un contexte spécifique* ». L'objectif de ce contrat était la mise en place d'une démarche d'intégration des systèmes d'information pour la société. Ce travail a abouti au choix, à l'adaptation et à la mise en place d'un ERP Open Source pour l'entreprise.

**2005-2006** Collaboration industrielle avec la société Mirima dans le cadre de la thèse de Laurent Buzon. La thématique de ce projet était la mise en place d'une démarche de gestion des connaissances dans le cadre des relations clients/fournisseurs entre la société MIRIMA et ses partenaires. L'objectif était de proposer une architecture d'échange et de capitalisation des connaissances dans le cadre des projets menés par cette société afin de réutiliser ces connaissances dans les projets futurs.

**2004-2005** Contrat industriel avec la Société Finmatica-Ortems, dans le cadre du DEA de Néjib Moalla. Le thème de ce projet était le développement d'une approche méthodologique pour le pilotage de la performance dans une chaîne logistique. Ce travail, a permis de proposer une démarche méthodologique pour l'élaboration d'un outil de pilotage de la performance à travers des tableaux de bord à intégrer dans la solution FINeCHAIN Analytic 4.0. Ce travail s'est également déroulé dans le cadre du projet de recherche Copilotes.

**1998-1999** Projet industriel avec la société ILSYS dans le cadre de la thèse de Pascal Boutin, en convention CIFRE, sur le thème de la définition d'une méthodologie de mise en œuvre et de prototypage d'un ERP. ILSYS est une société de conseil basée dans le Rhône, qui est spécialisée dans l'implémentation et l'intégration de l'ERP Mapics. Ce contrat avait pour objectifs d'enrichir, de formaliser et de supporter la méthodologie de prototypage et de paramétrage de l'ERP Mapics.

**1997-1998** Co-responsable, avec Lucien Vincent, d'un projet de l'Ecole des Mines de St-Etienne concernant la définition d'une « *démarche générique pour la conduite d'un projet productif* » dans le cadre des abondements Anvar'98. Partenaires : Ecole des Mines de St-Etienne et Ecole des Mines d'Ales.

**1996-1997** Co-responsable d'un projet de l'Ecole des Mines concernant la conception d'un outil d'aide à la décision pour les entreprises (modélisation & Simulation); dans le cadre des abondements Anvar'97.

#### 1.2.4. Encadrement doctoral : Thèses soutenues

**[TH1-2010] Napaporn REEVEERAKUL** : thèse en cotutelle avec l'Université de Chiang Mai (Thaïlande) « *Un système d'aide à la décision pour la réorganisation des chaînes logistiques : une approche basée sur une analyse multi-critères et un système de gestion des connaissances* », soutenue le 04 janvier 2011, co-encadrement : Yacine Ouzrout (33%), Nopasit Chapitak (33%) (Thaïlande) et Abdelaziz Bouras (33%).

Doctorat en Informatique et Mathématique de Lyon, Jury de thèse : Ahmed Lbath - France (R), Sebti Foufou – France (R), Nivit Charonenchai - Thaïlande (R), Napat Harnpornchai – Thaïlande, Abdelaziz Bouras - France, Nopasit Chakpitak - Thaïlande, Yacine Ouzrout.

Publications afférentes : [CI5][CI11][CI14][CF7].

*Napaporn REEVEERAKUL est Professeure Associée à l'Université de Chiang Mai.*

**[TH2-2009] Pradorn SUREEPHONG** : thèse en cotutelle avec l'Université de Chiang Mai (Thaïlande) « *Caractérisation des échanges d'informations et de connaissances dans les groupements d'entreprises : mise en œuvre d'un système de gestion des connaissances pour le cas du cluster de l'industrie artisanale thaïlandaise* », soutenue le 13 octobre 2009, co-encadrement : Yacine Ouzrout (33%), Gilles Neubert (33%), Nopasit Chapitak (Thaïlande) et Aziz Bouras (33%).

Doctorat en Informatique et Mathématique de Lyon, Jury de thèse : Sebti Foufou (R), Matteo Savino- Italie (R), Abdelaziz Bouras, Nopasit Chakpitak - Thaïlande, Yacine Ouzrout, Gilles Neubert, Benoît Eynard, Ahmed Lbath.

Publications afférentes : [RI1][RI2][CL4][CI9][CI12][CI17][CI18][CI19][CI20][CI31].

*Pradorn SUREEPHONG est Professeur Associé à l'Université de Chiang Mai.*

**[TH3-2008] El Habib NFAOUI** : thèse en cotutelle avec l'Université Sidi Mohamed Ben AbdAllah de Fès (Maroc) « *Conception d'une architecture distribuée d'aide à la décision pour les entreprises en réseaux et les chaînes logistiques : Une approche Multi-Agents* », soutenue le 20 septembre 2008. Co-encadrement : Yacine Ouzrout (50%), Abdelaziz Bouras (30%) et Omar El Beqqali (20%). Université Lyon2 et Université Sidi Mohamed Ben AbdAllah de Fès. Doctorat en Informatique et Mathématique de Lyon, Jury de thèse : Bernard Grabot (R), Mostepha Bellafkih - Maroc (R), Mohammed Meknassi et Omar El Beqqali – Maroc, Abdelaziz Bouras, Yacine Ouzrout

Publications afférentes : [CL2][RI5][CI26][CI27][CF5][AC1][AC3].

*El Habib NFAOUI est actuellement Maître assistant à l'Université de Fès.*

**[TH4-2008] Hichem GERYVILLE** : thèse en cotutelle avec l'Université de la Mer Egée (Grèce) « *Une architecture d'échange et de partage d'informations techniques d'un produit industriel : transformation et adaptation des connaissances dans un contexte Supply Chain* », soutenue le 24 septembre 2008, co-encadrement : Yacine Ouzrout (40%), Abdelaziz Bouras (40%), Nikolaos Sapidis (20%). Doctorat en Informatique et mathématique de Lyon, Jury de thèse : Anne-Françoise Cutting-Decelle (R), Nikolaos Bilalis Grèce (R), Hen Jan Pels, Abdelaziz Bouras, Yacine Ouzrout, et Nikolaos Sapidis.

Publications afférentes : [RI3][CI23][CI25][CI33][CI34][CI35].

*Hichem GERYVILLE est actuellement chef de projet informatique chez PSA Automobile.*

**[TH5-2007] Nejib MOALLA** : thèse en convention CIFRE avec le groupe Sanofi Aventis « *Amélioration de la qualité des données dans l'industrie des vaccins – une approche d'interopérabilité dirigée par les modèles* » en soutenue le 11 décembre 2007. Co-encadrement Yacine Ouzrout (30%), Gilles Neubert (30%), et Abdelaziz Bouras (40%). Doctorat en Informatique et Information pour la Société de l'université Lyon 2. Jury de thèse : Jean-Pierre Bourey (R), Guy Pierra (R), David Chen, Marco Garetti (Italie), Alain Bernard, Abdelaziz Bouras, Yacine Ouzrout, Gilles Neubert, Stéphane Le Bail (Sanofi).

Publications afférentes : [RN1][CI15][CI16][CI22][CI29][CI30][CF3][CF4][CF6] [RP9].

*Nejib MOALLA est actuellement Maître de conférences à l'Université Lyon2.*

**[TH6-2007] Samia CHEHBI** : « *Modélisation et simulation des processus collaboratifs dans les chaînes logistiques : une approche Multi-Agents* », soutenue le 14 mars 2007, co-encadrement : Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%). Doctorat en Informatique et Information pour la

Société de l'université Lyon 2. Jury de thèse : Olivier Boissier (R) (Ecole des Mines de Saint-Etienne), Omar Lopez-Ortega (R)(Univ. de Hidalgo, Mexico), Salima Hassas (Univ. Lyon 1), Fouad Riane (Fac. Univ. Catho. de Mons), Yacine Ouzrout (Univ. Lyon 2) et Abdelaziz Bouras (Univ. Lyon 2).

Publications: [CL6][CI32][CI37][CF8][AC4][AC5][RP5][RP7][RP8][RP10][RP11].

*Samia CHEHBI-GAMOURA est actuellement chef de projet informatique dans une SSII.*

**[TH7-2006] Laurent BUZON :** « *Contribution à la structuration des échanges de connaissances dans le cadre de relations de collaboration dans les chaînes logistiques.* », soutenue le 08 Décembre 2006, co-encadrement : Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%). Doctorat en Informatique et Information pour la Société de l'université Lyon 2. Jury de thèse : Benoit Eynar (R) (Troyes), Daniel Deneux (R) (Valencienne), Rachuri Sudarsan (Univ. George Washington), Yacine Ouzrout et Abdelaziz Bouras.

Publications : [RI2][RI6][RI11][RN2][CI21][CI28][CI36][CI39][CF10][AC2] [AC6][ AC7][AC8]

*Laurent BUZON est actuellement directeur des études dans une Ecole de Commerce.*

**[TH8-2001] Pascal BOUTIN :** thèse en convention CIFRE avec la société ILSYS. « *Définition d'une méthodologie de prototypage et de mise en œuvre d'un ERP* », soutenue en Juin 2001, co-encadrement : Yacine Ouzrout (50%) et Jean-Pierre Campagne (50%).

Doctorat en Informatique de l'INSA de Lyon. Jury de thèse : Claude Pourcel (R) (Metz), Hervé Pingaud (R) (Albi), Valérie Botta-Genoulaz (Lyon), Yacine Ouzrout (Lyon), Gérard Maucet (Société ILSYS), Jean-Pierre Campagne, et Patrick. Burlat (St-Etienne).

Publications afférentes : [CF13]

*Pascal BOUTIN est ingénieur commercial pour de grands comptes aéronautiques dans une entreprise industrielle.*

**[TH9-1999] Nadia Kabachi :** « *Modélisation et apprentissage de la prise de décision dans les organisations productives : Approche Multi-Agents.* », soutenue en Janvier 1999, co-encadrement : Claudette Sayettat (40%), Lucien Vincent (40%) et Yacine OUZROUT (20%)

Doctorat en Informatique de l'INSA de Lyon. Jury de thèse : Alain Haurat (R) (Annecy), N. Cot (R) (Paris V), Béatrix Besombes (St-Etienne), Yacine Ouzrout (Lyon 2), Suzanne Pinson (Paris Dauphine), Claudette Sayettat, et Lucien Vincent (St-Etienne).

Publications afférentes : [CL7][CI38][CI42][CI44][CI46][CF14][AC12][AC13]

*Nadia KABACHI est Maître de Conférences en informatique à l'Université. Lyon 1.*

### 1.2.5. Encadrement doctoral : Thèses en cours

**[TH10-2012] Thitiya Manakitsirisuthi :** « *Proposition d'une architecture de gestion des connaissances pour la fin de vie des produits : application à la Logistique Inverse (Reverse Logistic)* », soutenance prévue en janvier 2012, co-encadrement : Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%).

Publications afférentes : [CI2] [CI7] [CI8][CI10].

**[TH11-2014] Chhun Sophea :** thèse financée dans le cadre d'un projet européen Erasmus-Mundus e-Tourism (bourse de 36 mois pour une étudiante de Institut Univ. de Technologie de Phnom Penh). « *Proposition d'une architecture multi-agents pour la composition dynamique de services : application aux services pour le e-Tourism* », début de thèse sept. 2011, encadrement : Yacine Ouzrout (30%), Néjib Moalla (30%) et Aziz Bouras (40%).

### 1.2.6. Encadrement de masters recherche et professionnel

**[MR1-2011] Ugyen Sherub Thaye.** Master IIDEE de l'Université Lyon 2, étudiant Erasmus-Mundus, dans le cadre du projet e-Link du laboratoire LIESP-Lyon2. Sujet : « *Développement d'une architecture distribuée d'informatique décisionnelle* », 2011.

**[MR2-2011] Vincenzo Della Sera.** Master Thesis de l'Université de Sannio en Italie, en collaboration (Erasmus) avec le laboratoire DISP-Lyon2. Sujet: « *A multi-criteria analysis (AHP)*

*for the maturity model of PLM systems* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%), 2011.

**[MR5-2008]** Aymen Abdelmouleh : Projet de fin d'études d'Ingénieur de l'ENI de Sfax en Tunisie, en collaboration avec le laboratoire LIESP-Lyon 2 et la société GinKyo. Sujet : « *Développement d'une architecture distribuée pour la gestion du capital immatériel des entreprises* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Néjib Moalla (50%), 2008.

**[MR6-2007]** Amine SAKKA : Projet de fin d'études d'Ingénieur de l'ENI de Sfax, en collaboration avec le laboratoire LIESP-Lyon 2. Sujet « *Proposition d'une architecture de développement de simulateurs à base d'Agents logiciels* », 2007.

**[MR7-2007]** Omar SAKKA. Projet de fin d'études d'Ingénieur de l'ENI de Sfax en Tunisie, en collaboration avec le laboratoire LIESP-Lyon 2. Sujet « *Choix et mise en place d'un ERP dans un contexte spécifique* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Ridha Derrouiche (50%), 2007.

**[MR8-2006]** Carlo Di Domenico. Master Thesis de l'Université de Sannio en Italie, en collaboration (Erasmus) avec le laboratoire LIESP-Lyon2. Sujet : « *Value Chain Operations Reference model (VCOR) analysis for Supply Chain Management* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%), 2006.

**[MR9-2006]** Soumeya El Kadiri : Mémoire de Master ADE Aide à la Décision pour l'Entreprise de Lyon, LIESP-Lyon 2. Sujet : « *Modélisation et Simulation des Processus d'Externalisation dans un contexte Supply Chain.* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Aicha Sekhari (50%), 2006.

**[MR10-2005]** Khaled Bahloul. Projet de fin d'études d'Ingénieur de l'ENI de Sfax en Tunisie, en collaboration avec le laboratoire LIESP-Lyon 2. Sujet : « *Traçabilité de l'information dans un contexte PLM: une architecture à base d'agents.* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%), 2005.

**[MR11-2005]** Mourad Kharat. Projet de fin d'études d'Ingénieur de l'ENI de Sfax, en collaboration avec le laboratoire LIESP-Lyon 2. Sujet : « *Simulation de relations de coopération dans le cadre du pilotage de chaînes logistiques* », 2005.

**[MR13-2004]** Néjib Moalla. DEA de Sciences Physiques et Mathématiques pour l'Ingénieur « *Approche Méthodologique pour le Pilotage de la Performance dans une Chaîne Logistique* », encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Gilles Neubert (50%). 2004.

**[MR12-2004]** Saber El Kossentini. Projet de fin d'études d'Ingénieur de l'ENI de Sfax, en collaboration avec le laboratoire LIESP-Lyon 2. Sujet : « *Développement d'une application de simulation des échanges dans le cadre d'une Supply Chain* », encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%), 2004.

**[MR14-2003]** Eneida Huerta Abraham. DEA ISCE, EDIIS « *Modélisation des processus collaboratifs dans la Chaîne Logistique* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Gilles Neubert (50%), 2003.

**[MR15-2002]** Hichem Geryville. DEA-ISCE, Laboratoire PRISMa Lyon 2. Sujet : « *Une architecture d'échange de données dans un contexte collaboratif* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%), 2002.

**[MR16-2001]** Laurent Buzon. DEA-ISCE, Laboratoire PRISMa Lyon 2. Sujet : « *Formalisation et diffusion de connaissances via le web : Application à la conception* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Abdelaziz Bouras (50%), 2001.

**[MR17-2001]** Christophe Bournay. DEA Informatique et Systèmes Coopératifs pour l'Entreprise de Lyon, collaboration laboratoire PRISMa-Lyon 2 et le NIST à Washington. Sujet : « *Echange de données et standard de communication dans le cadre de la simulation distribuée* », co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Aziz Bouras (50%), 2001.

[MR18-2000] Lidia Garcia-Guzman. DEA-ISCE, Laboratoire PRISMa. Sujet : « *Intégration des systèmes d'information dans le cadre de la chaîne logistique* ». co-encadrement Yacine Ouzrout (50%) et Jean-Pierre Campagne (50%), 2000.

## 1.2.7. Productions scientifiques

### 1.2.7.1. Revues internationales avec comité de lecture

- [RI1] Reveerakul, N., Ouzrout, Y., Chakpitak, N., Bouras, A., “A knowledge based system for plant sustainability using multi-criteria analysis” in International Journal of Product Lifecycle Management (IJPLM), accepted, to appear 2012.
- [RI2] López-Morales, V., Ouzrout, Y., Bouras, A., “CIKMSIS: A Collaborative and Intelligent Knowledge Management System for Industrial Sustainability”, in Industrial Marketing Management, Special Issue on Artificial Intelligence Systems to Business Management (AISBM), accepted, to appear 2012.
- [RI3] Sureephong, P., Ouzrout, Y., Buzon, L., Bouras, A. “Knowledge management system enabling collaboration in industry cluster.” International Journal of Manufacturing Research (IJMR), Vol. 5, No.4, pp. 478 – 497, 2010.
- [RI4] Ouzrout, Y., Geryville, H., Bouras, A., et Sapidis, N. “A Product information and knowledge exchange framework: a Multiple Viewpoints Approach”, in the Journal of Product Lifecycle Management (IJPLM), Vol. 4, No.1/2/3, pp. 270 – 289, 2009.
- [RI5] Ouzrout, Y., Savinno, M., Bouras, A., and Di Domenico, C. “Supply Chain Management analysis: a simulation approach of the Value Chain Operations Reference model (VCOR)”. (IJVCM), Vol 3, No 3, pp. 263-287, 2009.
- [RI6] Nfaoui, E., El Beqqali, O., Ouzrout, Y. and Bouras, A. “An Approach of Decision-Making Support Based on Collaborative Agents for a Large Distribution Sector”. International Journal of Information Systems and Supply Chain Management Vol. 2, I. 2, pp. 16-35, 2008.
- [RI7] Buzon, L., Bouras, A., Ouzrout, Y. “Managing the exchange of knowledge in the supply chain project”. Int. Journal of Electronic Business Management, Vol.11 (2), pp.12-20, 2008.
- [RI8] Savino, M., S. Apolloni, Ouzrout, Y. “Product quality pointers for small lots production: a new driver for quality management systems”. In the International Journal on Product Development (IJPD), Vol. 5, Nos. ½, pp.199-211, 2008.
- [RI9] Bouras, A., Ouzrout, Y., and Sapidis., N., “Supply Chain Management: Integration Strategies based on New Technologies”, Special Issue of the International Journal of Technology Management (IJTM), ISSN 0267-5730, pp. 139-150, 2004.
- [RI10] Ramírez-Hernández, M. López-Ortega, O., Ouzrout, Y., Bouras, A. “Conceptual framework for data sharing and exchanging in the Extended Enterprise”, WSEAS Transactions on Information Science and Applications; Vol. 1, I. 6, ISSN:1790-0832, pp.1626-1632, 2004.
- [RI11] Neubert, G., Ouzrout, Y. & Bouras, A., “Collaboration and integration through information technologies in supply chains”, International Journal of Technology Management (IJTM), Vol. 28, No 2, ISSN 0267-5730, Indersciences Publishers, pp. 259-273, 2004.
- [RI12] Buzon, L., Bouras, A., & Ouzrout, Y., “Infrastructure for the representation and electronic exchange of design knowledge”, International Journal of Electronic Business Management (IJEEM), Vol.1 (1), pp.1-8, 2003.

### 1.2.7.2. Revues nationales

- [RN1] Moalla N., Bouras A., Ouzrout Y, Neubert G, “Cost lifecycle in the vaccine industry”, in the Journal of "Conception Collaborative et Ingénierie Numérique” Revue d'Ingénierie Numérique collaborative. Ed. Y. GARDAN ; Vol. 1 n°2, pp 79-90, 2009

- [RN2] Buzon, L., Ouzrout, Y., et Bouras, A, “Modélisation de l’organisation de l’échange de connaissances au sein des relations inter-entreprises : Application à la chaîne logistique du mobilier” In Revue Française de Génie Industriel. Vol. 27, n°1, 2008.

#### 1.2.7.3. Livres et chapitres de livres

- [CL1] Ouzrout, Y., Chaze, L., Lavastre, O., Dominguez, C., & Akhter, S.H., “Simulation of trust in Supply chain”, in “Supply chain performance: collaboration, alignment, and coordination”, Edited by: V., Botta-Genoulaz, J-P., Campagne, D., Llerena, and C., Pellegrin. ISBN: 978-1-84821-219-0; Wiley - ISTE Ltd. 2010 pp. 267-316; 2010.
- [CL2] Ouzrout, Y. Bouras, A., Nfaoui, E.H., El Beqqali, O. “A collaborative decision-making approach for supply chain based on a multi-agents system” Springer Series in Advanced Manufacturing , 2010, XXVI, 510, ISBN: 978-1-84996-118-9 Springer Ed. p. 228, 2010.
- [CL3] Buzon, L., Ouzrout Y., et Bouras, A. Chap. 14 “Instrumentation de l’échange de connaissances dans les chaînes logistiques” dans, Les systèmes de production : applications interdisciplinaires et mutations, Direction de J.F Boujut, D. Llerena, et D. Brissaud. Ed. Hermes Lavoisier. ISBN 978-2-7462-1819-2 pp. 207-219, 2007.
- [CL4] Sureephong P., Chakpitak N., Ouzrout Y., Neubert G. and Bouras A., “Knowledge Engineering Technique for Cluster Development”, Lecture Notes In Artificial Intelligence; Vol.4798, ISBN 978-3-540-767183, pp. 661-666, 2007.
- [CL5] Moalla N., Bouras A., Neubert G., Ouzrout Y., “Toward Data Compliance in Vaccine Industry: Interoperability to align Business and Information Systems”, Enterprise Information Systems VIII, Ed. Springer, pp. 98-111; 2007.
- [CL6] Chehbi, S., Ouzrout, Y., and Bouras, A., “Multi-Layers Supply chain modelling based on Multi-Agent Approach”, Emerging Solutions for Future Manufacturing systems. Ed. L.M. Cam., Springer/ Kluwer, ISBN 0-387-22828-4, pp. 290-314, 2004.
- [CL7] Ouzrout Y., Kabachi N., Vincent L. “Une société d’agents pour la prise de décision dans les organisations productives” dans, Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents. Müller J.P. et Quinqueton J. (Eds) Hermès, 280p. 1996.

#### 1.2.7.4. Conférences internationales avec comité de sélection et actes

- [CI1] Santiteerakul S., A. Sekhari, Y. Ouzrout, A. Sopadang, “*Social Indicators for Sustainable Supply Chain Management*”, SKIMA’11 Int. Conference, Benevento, Italy, September 2011.
- [CI2] Manakitsirisuthi, T., Ouzrout, Y., Bouras, A. “*A PLM/KMS integration for Sustainable Reverse Logistics*”. The International Conference on Product Lifecycle Management – PLM’2011 – Eindhoven, Netherlands, July, 2011.
- [CI3] Thiengburanatham, P., Feliu, J.G., Ouzrout, Y., Chakpitak, N., Bouras, A. “*An Integrated Planning-Simulation-Architecture Approach for Logistics Sharing Management: a case study in Northern Thailand and Southern China*”, International Conference on Logistics and Transport, Queenstown, New Zealand, Dec. 2010.
- [CI4] Santiteerakul S., Sekhari, A., Ouzrout, Y., Bouras. A., “*An Exploration of Sustainable Supply Chain Management Perspective: Comparative Analysis*”, International Conference on Logistics and Transport, New Zealand, 16-18 dec. 2010.
- [CI5] Reeveerakul, N., Ouzrout, Y., Chakpitak, N., and Bouras, A. “*A Supply Chain Simulation Based on SCOR Model for the Decision on Entrepreneurial of Plant*”. International Conference SKIMA’10, Paro, Buthan, 24-27 august 2010.
- [CI6] Ouzrout, Y., Akhter Hossain, S., Lavastre, O., Chaze, L., Dominguez, C., “*Multi-Agent Model of SCM Trust in PLM*”. International Conference on Product Lifecycle Management 2010, Bremen, Germany, July 2010.

- [CI7] Manakitsirisuthi T., Ouzrout, Y., Bouras, A. “A PLM Environmental Knowledge Management System”. The International Conference on Advanced Design and Manufacture – ICADAM’10 Oct 20-22 Bordeaux, 2010.
- [CI8] Manakitsirisuthi, T., Ouzrout, Y., and Bouras, A., “Reverse Logistics Sustainability For Environmental Performance”. International Conference on Green and Sustainable Innovation, Chiang Mai, December 2009.
- [CI9] Sureephong, P., Ouzrout, Y., Chakpitak, N., “Collaborative Knowledge Representation Society: a case study of industry cluster” International Conference on Software, Knowledge and Application, SKIMA’09 Fes, Morocco 2009.
- [CI10] Manakitsirisuthi, T., Ouzrout, Y., and Bouras, A., “A multi-agent system for managing the product lifecycle sustainability”, International Conference on Software, Knowledge and Application, SKIMA’09 Fes, Morocco 2009.
- [CI11] Reeveerakul, N., Chakpitak, N., Ouzrout, Y., Harnpornchai, N., Bouras, A., “The Knowledge Framework on Decision Making of Plant Entrepreneurial Status - Case Study of Northern Industrial Estate, Lumphun, Thailand”, CPI’09 Fes Morocco 2009.
- [CI12] Sureephong, P., Chakpitak, N., Ouzrout, Y., Bouras, A. “A Knowledge Management System Architecture for Clusters: a Thai ceramic cluster case study”. Congrès Intenational de Génie Industriel - IGI’09 Tarbes, 2009.
- [CI13] Geryville, H., Bouras, A., Ouzrout, Y., Sapidis, N., “Knowledge’s transformation and adaptation based on the product-process-organization information and within the extended enterprise context”, International Conference on Product Lifecycle Management PLM’09, Bath, UK, 2009.
- [CI14] Reeveerakul, N., Derrouiche, R., Chakpitak, N., Ouzrout, Y., Harnpornchai, N., Bouras, A., “A decision support system for manufacturing improvement and relocation prevention in Thailand: Supply Chain perspective”, Int. Conference on Industrial Engineering and Systems Management. IESM’2009, Montreal, 2009.
- [CI15] Moalla, N., Chattaoui, H., Ouzrout, Y., Noel, F., Bouras, A., “Model Driven Architecture to enhance interoperability between product applications”; International Conference on Product Lifecycle Management, PLM’08, Korea, 2008.
- [CI16] Moalla N., Bouras A., Ouzrout. Y, Neubert. G, “A MDA Approach for Product Data Quality throughout Vaccine Product Lifecycle”, 28th Computers and Information in Engineering Conference, New York City, USA (in CDROM), August 2008.
- [CI17] Sureephong, P., Chakpitak, N., Ouzrout, Y., Bouras, A., “An Ontology-based Knowledge Management System for Industry Clusters”, ICADAM, 2008.
- [CI18] Sureephong, P., Chakpitak, N., Ouzrout, Y., Bouras, A., “Ontology Creation for Industry Cluster: A Knowledge Engineering Approach”, International Conference IWAAS, Shanghai, China, June 2008.
- [CI19] Sureephong P., Chakpitak N., Ouzrout Y., Neubert G., Bouras A., “Knowledge Engineering Technique for Cluster Development”, in Knowledge Science, Engineering and Management International Conference (KSEM), Melbourne, 2007.
- [CI20] Sureephong P., Chakpitak N., Ouzrout Y., Neubert G., Bouras A., “Knowledge Management System Architecture for the Industry Cluster”, in International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2007.
- [CI21] Buzon, L., Ouzrout, Y., Bouras, A. “Structuration of the knowledge exchange in a supply chain context” 4th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics, MCPL 2007., Sibiu, Romania, September 27-30th, 2007.

- [CI22] Moalla N., Bouras A., Ouzrout Y., “*Production Data Integration in the Vaccine Industry*”, INDIN2007, 5th IEEE International Conference on Industrial Informatics, Vienna, Austria, July 23-26, 2007.
- [CI23] Geryville, H., Ouzrout, Y., Bouras, A., Sapidis, N., “*Proposition of Architecture for an Intelligent Product Information Exchange Framework*”. International Conference in Product Lifecycle Management, PLM’07, Milano, Italy, July 11-13, 2007.
- [CI24] Di Domenico, C., Ouzrout, Y., Savinno, M.M., Bouras, A., “*Supply Chain Management analysis: a simulation approach of the Value Chain Operations Reference model (VCOR)*”. International Conference APMS’07, Sweden 2007.
- [CI25] Geryville, H., Ouzrout, Y., Bouras, A., Sapidis, N., “*The multiple viewpoints as approach to information retrieval within collaborative development context*”. In Proceedings of IEEE, Information and Communication Technologies International Symposium. ICTIS’07, Fes, Morocco, April 3-5, 2007.
- [CI26] Nfaoui, E.H., El Beqqali, O., Ouzrout, Y., and Bouras, A. “*Negotiation Protocols for Collaborative Agents within the Supply Chain Context*”. In IEEE, Information and Communication Technologies International Symposium, Fes, April 3-5, 2007.
- [CI27] E.H. Nfaoui, O. ElBeqqali, Y. Ouzrout, A. Bouras, “*An Agent-Based distributed simulation for the supply chain: Negotiation protocols between collaborative agents*”, European Simulation and Modelling Conference, ESM’06, Toulouse, 2006.
- [CI28] Buzon, L., Bouras, A., Ouzrout, Y. “*Managing the knowledge exchange between the partners of the supply chain*”, in SKIMA’06 Int. conference on Software Knowledge Information Management and Applications. pp.2-7, Chiang Mai, Thailand Dec 2006.
- [CI29] Moalla N., Bouras A., Neubert G, Ouzrout Y, Tricca N, “*Data Compliance in Pharmaceutical Industry, Interoperability to align Business and Information Systems*”. ICEIS 2006, Int. Conference on Enterprise Information Systems, Paphos, Cyprus. May 23 - 27, 2006.
- [CI30] Moalla N., Bouras A., Ouzrout Y, Neubert G, Tricca N., “*Production cost estimation within a PLM context in pharmaceutical industry*”. PLM’06, International Conference on Product Lifecycle Management, Bangalore, Inde. July 10 – 12, 2006.
- [CI31] Sureephong, P., Chakpitak, N., Ouzrout, Y., Neubert, G., Bouras, A., “*Knowledge Management System for Cluster Development in Small and Medium Enterprises*”. SKIMA’06 International conference on Software Knowledge Information Management and Applications, pp. 39-44. Chiang Mai, Thailand, December 2006.
- [CI32] Chehbi Gamoura, S., Ouzrout, Y., Bouras, A. “*Multi Criteria decision making for supply chain partners: A Multi-Agent simulation approach*”. 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM’06), Saint Etienne, pp. 435-458, Mai 2006.
- [CI33] Geryville, H., Ouzrout, Y., Bouras, A., Sapidis, N. “*Ontology-based information management for the multiple viewpoint approach*”, Virtual Concept Conference, International Conference on Product Lifecycle and Engineering Design Management PLEDM’06, Springer Edition Cancùn - Mexique, 26 Nov. – 1er Dec 2006.
- [CI34] Geryville, H., Ouzrout, Y., Bouras, A., Sapidis, N. “*Collaborative product and process model: Multiple viewpoint approach*”. The 12th International Conference on Concurrent Enterprising, Published by Center for Concurrent Enterprise, Nottingham University Business School ISBN 978-0-85358-228-1. pp.391-398, Milan, June 2006.
- [CI35] Geryville, H., Ouzrout, O., Bouras, A., and N. Sapidis “*A Collaborative Framework to Exchange and Share Product Information within a Supply Chain Context*”, ACIDCA-ICMI’2005 Int. IEEE Conference on Machine Intelligence; Ed. Pr. Alimi , p. 195-202; 2005.
- [CI36] Buzon, L., Ouzrout, Y., and Bouras, A., “*Knowledge Exchange in the Supply Chain Context*”. Enterprises and Collaborative Networks-IFIP PRO-VE’04, Toulouse, 2004.

- [CI33] Ouzrout, Y., ElKosantini, S., Bouras, A., and Lopez Ortega, O., “*A Simulation Architecture for Data Exchange in a Supply Chain Context*”. IASTED, International Conference on Applied Simulation and Modelling, ASM’04, Rhodes, Greece, 2004.
- [CI37] Chehbi, S., Derrouiche, R., Ouzrout, Y., and Bouras, A. “*Multi Agent Supply Chain Architecture to Optimize Distributed Decision Making*”. 7th World Multiconference on Systemics and Informatics, SCI’2003 Orlando USA, Vol. 16 pp. 306-311, 2003.
- [CI38] Kabachi, N. and Ouzrout, Y., “*A Society of Agents for Decision Making in Supply Chain Management*”. 7th World Multiconference on Systemics and Informatics, SCI’2003 Orlando USA, Vol. 16 pp. 317-321, 2003.
- [CI39] Buzon, L., Ouzrout, Y., and Bouras, A., “*Representation and Exchange of Supply Chain Knowledge*”. Proceedings of World conference in Systemics, Cybernetics and informatics – World Conference in Systemics, Cybernetics and informatics. SCI’2003 Orlando USA. Vol. 16 pp. 295-301, 2003.
- [CI40] Bouras, A., Ouzrout, Y., and Wacquet, M. “*Web based SCM information exchange*” 6th Annual International Conference on Industrial Engineering Theory, Applications and Practice”, San Francisco, CA, Nov. 18-20, 2001.
- [CI41] Boucher X., Burlat P., Girard MA., Ouzrout Y. “*Different complexity levels in the decision system of a manufacturing management game*” 5th International Conference on Games in Production Management, Karlsruhe, Germany, may 14th-16th, 2000.
- [CI42] Kabachi N., Ouzrout Y., Vincent. “*Multi-Agent Architecture for the Simulation for Decision making of Productive Organization*”, 7th IFAC Symposium on Automated Systems Based on human skill, Aachen Germany, 15- 17 Juin 2000.
- [CI43] Marie-Agnès Girard, Yacine Ouzrout, Patrick Burlat, Frederic Grimaud. “*Teaching ‘Production Management’ using software based on simulation models*” International Conference ArenaSphere’98, San-Fransisco, June 1998.
- [CI44] Kabachi N., Ouzrout Y., Vincent L. “*Learning for Decision Making in Multi-Agent Systems*” International Conference: Artificial Intelligence and Soft Computing, Banff, Canada, July 27 - August 1, 1997.
- [CI45] Burlat, P. Girard, M.A., Ouzrout, Y. “*SIM’2 : a Manufacturing Management Simulation Game*” 11 European Simulation Multiconference, Turquie, 1997.
- [CI46] Kabachi N., Ouzrout Y., Vincent L. “*A Society of Agents for Decision Making in Productive Organizations*” 7th Euro Conference on Decision Support Systems, Bruges, Belgium, March 24-27, 1997.
- [CI47] Ouzrout, Y., Vincent, L. and B. Jullien. “*The System Paradigm: Prelude to Manufacturing System Simulation Modelling*”, SCS’95 conference, Ottawa, Canada, July 24-26, 1995.
- [CI48] Burlat, P., Ouzrout, Y., L. Vincent. “*A Meta-Systemic Model for the Reactive Firm*” ETFA’95 International Conference, Paris, October 10-13, 1995.
- [CI49] Ouzrout Y. & Senoune R. “*Using Knowledge-Based System to Object-Oriented Manufacturing System Simulation.*” European Simulation Symposium (ESS), Istanbul, Turkey, Oct., 1994.
- [CI50] Ouzrout, Y., Ye, X.J., Vincent L. and Jullien B. “*Designing and Implementing a Process-Oriented Simulation Environment: an Object-Oriented Approach*”. Int. Conference on Concurrent Engineering and Electronic Design Automation, Bornemouth, UK, April, 1994.

#### 1.2.7.5. Conférences Francophones avec comité de sélection et actes

- [CF1] Rouibi, S., Burlat, P., Frein, Y., Ouzrout, Y. “*La modélisation ARENA comme outil d’étude de l’influence du VMI sur les niveaux de stocks des chaînes logistiques*”. Conférence Internationale MOSIM’2010, Hammamet, Tunisie, du 10-12 mai 2010.

- [CF2] Ouzrout, Y., Hossain, S.A., Lavastre, O., Chaze, L., Dominguez C. “*AML modeling of trust in supply chain management for multi agent systems*”. Conférence Int. MOSIM’2010, Hammamet, Tunisie, du 10-12 mai 2010.
- [CF3] Moalla N., Ouzrout Y, Bouras A., Neubert G., “*Model-Driven Interoperability to enhance Product Data Quality*”. 1st International Workshop on Model Driven Interoperability for Sustainable Information Systems, Montpellier, pp.135-149, 2008.
- [CF4] Moalla N., Bouras A., Ouzrout. Y, Neubert. G, “*Product data quality in the vaccine industry, Model-Driven Architecture for interoperability between information systems*”, 18TH European Symposium on Computer Aided Process Engineering (ESCAPE 2008), Lyon – France, June 1-4, 2008.
- [CF5] Nfaoui E. H., Y. Ouzrout, A. Bouras, O. El Beqqali, “*Architecture distribuée à base d'agents pour la simulation proactive et l'aide à la décision dans la chaîne logistique*”, Actes du 7ème Congrès International MOSIM’08, Paris, 2008.
- [CF6] Moalla N., Bouras A., Ouzrout Y, Neubert G, “*Cost lifecycle in the vaccine industry*”, CPI 2007, 5th International Conference on Integrated Design and Production, October 22 – 24, Rabat, Morocco, 2007.
- [CF7] El Kadiri, S., Sekhari, A., Ouzrout, Y., “*Modélisation et Simulation des relations interentreprises dans un contexte Supply Chain*”. Conférence Internationale de Génie Industriel, Montréal, 2007.
- [CF8] Chehbi Gamoura, S., Ouzrout, Y., Bouras, A. “*Simulation de prise de décision pour la supply chain: Une Approche multi agents.*” 6ème conférence de Modélisation et de SIMulation (MOSIM’06), Rabat - Maroc, pp. 459-468, 03-05 Avril 2006.
- [CF9] ElKosantini, S., Ouzrout, Y., Bouras, A., Ben Amar., C., “*Intégration de système d’information technique dans le contexte de planification*” Congrès International de Signaux, circuits et systèmes (SCS04), Tunis, Tunisie, 2004.
- [CF10] Buzon, L., Bouras, A. & Ouzrout, Y., “*Représentation et diffusion de connaissances techniques : L’exemple de la conception de stylos publicitaires.*” In proceedings of International Conference on Industrial Engineering (CIGI’03), Canada, 2003.
- [CF11] Seklouli, A., Bouras, A., Gien, D., et Y. Ouzrout, “*Une approche Qualitative pour l’amélioration continue des systèmes de production*”. MCSEAI’2002, Annaba, 2002.
- [CF12] Bouras, A., Ouzrout, Y., Allombert, S., et El Beqqali, O., “*Architectures d’échange et de partage de l’information via le web, pour des applications Supply Chain*”. MCSEAI’2002, Annaba, 2-4 mai 2002.
- [CF13] Boutin P., Campagne J.P., Y. Ouzrout. “*Contribution à la mise en œuvre d’un ERP.*” 3ème congrès international de génie industriel. Montréal, Canada, 25-28 Mai 1999.
- [CF14] Ouzrout Y., Kabachi N., Vincent L. “*Une société d’Agents pour la prise de Décision dans les organisations productives.*” 4ème journées francophones IAD & SMA, Port Camargue, France, 1-3 avril 1996.
- [CF15] Ye, X.J., Ouzrout Y. and Mathon. A. “*Conception d’une plateforme de simulation de systèmes de production par les objets.*” Congrès International de Génie Industriel GSI4, Marseille, 15-17 Décembre 1993.

#### 1.2.7.6. Autres communications

- [AC1] Nfaoui E.H., Ouzrout, Y., El Beqqali, O. et Bouras, “*Un modèle de simulation proactive pour l’aide à la décision dans les chaînes logistiques*”. Journées STP du GDR MACS, Aix-en-Provence, France, novembre 2007.

- [AC2] Buzon, L., Bouras, A., Ouzrout, Y. “*Instrumentation de l'échange de connaissances de la chaîne logistique*”. Colloque IPI (Institut de la Production et des organisations Industrielles): Comprendre et piloter la mutation des systèmes de production, pp. 111-122, Nov., 2006.
- [AC3] Nfaoui E.H., Ouzrout, Y., El Beqqali, O. et Bouras, “*A. SCM, AUML : Un modèle à base d'agents pour la simulation proactive et l'aide à la décision dans les supply chain*”. MAJESTIC'06 (MANifestation des Jeunes Chercheurs STIC), Lorient, France, Nov., 2006
- [AC4] Gamoura-Chehbi, S., Derrouiche, R., Ouzrout, Y., Bouras. A. “*Optimisation de la prise de décision distribuée et modélisation de la Supply Chain : Une Approche Multi Agent*”. CNR'IUT 2004, Colloque National de la Recherche Universitaire dans les IUT (CNR'IUT'04), Nice – France, actes sur CDROM, 6-7 Mai 2004.
- [AC5] Derrouiche, R., Gamoura-Chehbi, S., Ouzrout, Y., Bouras., A. “*La formulation mathématique des interactions entre les acteurs de la Chaîne Logistique*”. CNR'IUT 2004, Colloque National de la Recherche Universitaire dans les IUT, Nice, 2004.
- [AC6] Buzon, L., Bouras, A., Ouzrout, Y. “*Modélisation de connaissances et langages de diffusion*”. Journée du Groupe Technique de Modélisation Géométrique, pp. 56-66, Aix en Provence, France, Mars 2003.
- [AC7] Allombert, S., Ouzrout, Y. et Bouras, A. “*Echange et partage de l'information technique de produits : Infrastructure basée sur la technologie XML*”. 7e Symp. Primeca, La Plagne, 2001
- [AC8] Allombert, S., Ouzrout, Y. et Bouras, A. “*Apport de la technologie XML à l'échange de données techniques*”. Actes de la journée du Groupe de travail Modélisation du GDR ALP - Dijon, Mars 2001.
- [AC9] Ouzrout. Y. “*Entreprise Réactive : Modélisation et Simulation par une approche Multi-Agents*”. Journées Groupe COLLINE (SMA), Lyon, France, Avril 1998.
- [AC10] Burlat, P., Ouzrout, Y., Vincent. L. “*Entreprise Réactive : un modèle dynamique d'évaluation*”. Journées GRP (Groupement de Recherches en productique, Lyon, Juin 1997.
- [AC11] Burlat, P., Ouzrout, Y., Vincent. L. “*Modélisation et Evaluation d'Organisations Productives*”. Journées GRP (Groupement de Recherches en productique), Roissy, mai 1997.
- [AC12] Ouzrout Y., Kabachi N., Vincent L. “*Application des Systèmes Multi-Agents à la Simulation d'Organisations Productives*”. Journée du PRC-IA sur les SMA, Toulouse, 02 février 1996.
- [AC13] Ouzrout, Y., Kabachi, N., and Vincent, L. “*Application des Systèmes Multi-Agents à la Simulation d'Organisations Productives*”. Journée du PRC-IA sur les Systèmes Multi-Agents. Toulouse, France, 02 Février 1996.
- [AC14] Ouzrout, Y. and Vincent L. “*La Simulation comme Support d'Etude de l'Entreprise Réactive.*” Congrès IFMA 95, Clermont-Ferrand, 14 Juin 1995.

#### 1.2.7.7. Rapports de projets, rapports de contrats

- RP[1] SQUARE (2009) a System for QQuality Assurance in Research and Education - Thailand-EC Cooperation Facility; EuropeAid/126-031/L/ACT/TH.
- RP[2] Erasmus Mundus eLINK (2010) – east-west Link for Innovation, Networking and Knowledge exchange; Erasmus Mundus, External Cooperation Window; EACEA 21/08; Rapport de fin de projet.
- RP[3] ASIA-LINK East-West (2006) Euro-ASia collaboraTions and netWORKing in information Engineering System Technology; European Commission - Asia-Link Programme; B7-3010; Rapport de fin de projet.
- RP[4] COPILOTES 2 (2010) Rapport final du projet régional COPILOTES 2 dans le cadre du Cluster régional Gospi. Titre du projet : « *Coordination de la Chaîne Logistique* » ; Coordinatrice Valérie Botta Genoulaz.

- RP[5]** COPILOTES 2 (2010) Rapport du groupe de travail ASSIO-3 : « *Modèles de simulation de la confiance dans les systèmes inter-organisationnels.* » Projet Copilotes 2, Cluster Gospi, région Rhône-Alpes Rédact. O. Lavastre, Y. Ouzrout, Th. Moyaux, L. Chaze, C. Dominguez
- RP[6]** ANCAR PLM (2009) Rapport final du projet régional ANCAR PLM dans le cadre du Cluster Gospi (resp. scientifique Daniel Brissaud) ; Titre : « *Cycle de vie de produits, intégration, standards, interopérabilité, déploiement, collaboration* » ; Coordinateur Abdelaziz Bouras.
- RP[7]** COPILOTES (2006), collectif COPILOTES, rapport final, Programme de la région Rhône-Alpes, 54 pages (2006).
- RP[8]** COPILOTES, (2005), Collectif COPILOTES, Rapport WG3 : Caractérisation et évaluation des performances dans des contextes spécifiques ; « *Etude des simulateurs pédagogiques pour la Supply Chain* » juin 2005, 40 pages. Y. Frein, M.A. Girard, F. Grimaud, Y. Ouzrout, J.-P. Sepulveda.
- RP[9]** COPILOTES-G, (2005), collectif COPILOTES, rapport de 2ème année, Programme de Recherche «Thématiques Prioritaires» STIC – Entreprise Virtuelle 2003/2006 de la région Rhône-Alpes, 50 pages (2005)
- RP[10]** Moalla N., Bouras A., Neubert G., Ouzrout Y., (2005), « *Tableaux de Bord pour la Gestion de la Performance dans un Contexte Collaboratif : Cas de la Société FINMATICA* » in COPILOTES annexes 4.5 du rapport de 2ème année : étude de cas industriels p 55-80 (2005)
- RP[11]** COPILOTES-G, (2004), collectif COPILOTES, rapport de 1ère année, Programme de Recherche «Thématiques Prioritaires» STIC – Entreprise Virtuelle 2003 – 2006 de la région Rhône-Alpes, 74 pages (2004)
- RP[12]** COPILOTES WG3.1, (2004), collectif WG3 COPILOTES, « *Caractérisation et évaluation des performances dans des contextes spécifiques* » livrable 3.1, in COPILOTES annexes 5 du rapport de 1ère année, p 74-89 (2004). Rédacteurs : S. Chehbi, Y. Frein, M.A. Girard, F. Grimaud, B. Jullien, Y. Ouzrout, et J-P. Sepulveda
- RP[13]** GRECOPME, (2003), collectif GRECOPME, rapport final, Programme de Recherche «Thématiques Prioritaires» STIC – Entreprise Virtuelle 2000, Région Rhône-Alpes, 2003.

#### 1.2.7.8. Synthèse des publications

Type \ Années	< 2001	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Revue Internationales			1	3				3	2	1	2	<b>12</b>
Chapitres de livre	1			1			3			2		<b>6</b>
Revue Nationales								1	1			<b>2</b>
Conférences Internationales	11		3	2	1	8	9	4	7	3	2	<b>50</b>
Conférences Francophones	3	2	1	1		1	2	3		2		<b>12</b>
Autres Communications	8		1	2		2	1					<b>14</b>
Rapports Projets			1	2	3	2	1		2	3		<b>14</b>
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>110</b>

Ces différentes publications, en particulier les revues internationales, sont majoritairement répertoriées dans des bases de données reconnues telles que : ISI, SCOPUS, et INSPEC.

---

## 1.3 Synthèse des activités d'enseignement

---

### 1.3.1. Introduction

Le bilan d'activité présenté dans ce chapitre est centré sur mes activités d'enseignement. Il comprend la description des enseignements réalisés au cours de ma carrière puis la description des activités administratives, et des responsabilités associées, qui ont été les miennes tout au long de mon parcours d'enseignant-chercheur.

Après un rapide bilan quantitatif, le lecteur trouvera la liste exhaustive des enseignements effectués ces dernières années, mais également ceux que j'ai assurés par le passé en tant que ATER et Ingénieur de recherche à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne (ENSM-SE), puis à mes débuts en tant que Maître de Conférences à l'IUT Lumière de l'Université Lyon 2. Dans les parties suivantes, les différentes responsabilités actuelles ou passées seront précisées, tant au niveau pédagogique qu'au niveau administratif, puis seront décrites plusieurs actions engagées sur le plan pédagogique pour améliorer les enseignements au sein de l'IUT Lumière.

Mes activités d'enseignement ont démarré dès 1993 en même temps que ma formation à la recherche, en tant que doctorant puis ingénieur de recherche au sein de l'Ecole des Mines de Saint-Étienne. Durant cette période, qui a duré jusqu'à mon recrutement en tant que Maître de Conférences à l'Université Lyon 2 en 1998, j'ai dispensé des enseignements en informatique générale et en gestion industrielle à différents types de publics :

- les élèves ingénieurs dans les trois années de leur cycle de formation à l'Ecole des Mines,
- les étudiants en formation continue et en apprentissage (cycle d'ingénieur) de l'Institut Supérieur des Techniques Productiques à Saint-Etienne,
- les étudiants en formation par alternance à l'Ecole de Commerce de Saint-Etienne,
- les élèves du Master de Génie Logiciel et du Master Franco-Polonais de Génie Industriel,
- les élèves-chercheurs en DEA des Systèmes Coopératifs.

A partir de septembre 1998, et mon recrutement dans un IUT dont toutes les formations sont en alternance, j'ai développé des enseignements en génie industriel, notamment en gestion de production, gestion des stocks, modélisation d'entreprise, simulation des flux, et en informatique : informatique générale, programmation, systèmes d'information et base de données. J'ai pris la responsabilité, dès mon arrivée à l'IUT, des enseignements informatiques en tant que coordinateur pédagogique. Dans le cadre de cette responsabilité pédagogique, j'ai mis en place un nouveau polycopié pour le stage de rentrée en informatique. J'ai aussi participé, avec Néjib Moalla, à la mise en place du **C2i** (Certificat Informatique et Internet) depuis 2009 à l'IUT Lumière.

J'ai également encadré de nombreux projets d'étudiants en entreprise, lors de leur parcours d'apprentissage ou dans le cadre de projets de fin d'études d'ingénieur. En moyenne j'ai été tuteur de 2 à 3 étudiants du DUT QLIO, ou d'autres départements, et de 2 à 3 étudiants de licence professionnelle, ou en projet de fin d'études d'ingénieur (Ecole des Mines de Saint-Etienne, ISTP, ENI de Sfax,...), par an.

Mon implication dans les enseignements à l'Ecole des Mines et à l'Université Lyon 2 m'a par ailleurs offert l'opportunité de vivre des expériences d'enseignement dans différentes

formations et établissements, notamment en Master Professionnel et Recherche, dans des formations à l'international (Thaïlande, Cambodge et Vietnam), des écoles d'ingénieurs (Institut Supérieur des Techniques Productives), Ecoles de Commerces (ESC St-Etienne), formations en alternance,... Ainsi que des formations professionnelles (interventions en tant que formateur pour la SSII CIRIL de 2000 à 2006). Dans le cadre des Master Recherche, j'ai pu développer des enseignements en lien avec mes problématiques recherche sur les systèmes multi-agents, la modélisation d'entreprise, la simulation et les systèmes d'information.

Outre mes responsabilités pédagogiques directes, je me suis investi en début de carrière dans le renouvellement des pratiques et des supports pédagogiques utilisés dans le domaine de l'informatique et du Génie Industriel (principalement en simulation des flux). Cette implication dans l'ingénierie pédagogique s'est concrétisée par une participation à plusieurs projets internationaux visant notamment l'intégration des technologies de l'information et de la communication dans des supports pédagogiques, le développement de nouvelles offres de formation orientées vers l'alternance, vers des possibilités d'enseignement à distance et vers une pédagogie modulaire et flexible répondant éventuellement à des besoins industriels.

### 1.3.2. Domaines d'enseignement

Historiquement les enseignements dont j'assume la charge concernent l'informatique générale, la programmation, les systèmes d'information et les bases de données, ce qui correspond à ma formation initiale (ingénieur en informatique et DEA en Ingénierie Informatique). Ces enseignements se sont généralisés rapidement à des enseignements en gestion industrielle : gestion de production, des stocks, simulation, recherche opérationnelle... en corrélation avec mes activités de recherche. Aujourd'hui les enseignements que j'assume de façon récurrente peuvent être regroupés dans quatre domaines majeurs :

- l'informatique fondamentale,
- les systèmes d'information et les bases de données,
- les méthodes et outils de la logistique industrielle,
- la modélisation et la simulation des flux.

### 1.3.3. Synthèse des enseignements :

Etablissement	Cycle	Période	Module	Durée	Statut
Univ. Lyon 2	Master recherche (CODE)	Depuis 2008	SI pour la Supply Chain	12h	MCF
Univ. Lyon 2	Master recherche (ADE)	De 2002 à 2008	SI pour la Supply Chain	12h	MCF
Univ. Lyon 2	Master professionnel (IIDEE)	Depuis 2007	SI pour la Supply Chain	12h	MCF
Univ. Lyon 2	Master professionnel (MQEDE)	De 2005 à 2007	Les SI d'entreprises	30h	MCF
Univ. Lyon 2	Licence (L3) Cambodge	Depuis 2007	Gestion de production	21h	MCF
Univ. Lyon 2	Licence (L3) Vietnam	Depuis 2009	Gestion de production	40h	MCF
ENSM-SE	Elèves Ingénieurs (3A)	De 94 à 1998	Modélisation et Simulation	15h	ATER puis IGR
ENSM-SE	Elèves Ingénieurs (3A option info.)	De 96 à 2000	SI & Bases de données	30h	ATER puis IGR

Etablissement	Cycle	Période	Module	Durée	Statut
ENSM-SE	Elèves Ingénieurs (2A option info.)	De 1994 à 1999	Programmation Orientée Objet	30h	ATER puis IGR
ENSM-SE	Elèves Ingénieurs (2A.)	De 94 à 1997	Simulation de flux	15h	ATER puis IGR
ENSM-SE	Elèves Ingénieurs (1A)	De 94 à 1998	Outils informatique	24h	ATER puis IGR
ENSM-SE	Elèves Ingénieurs (1A)	De 95 à 1998	Recherche opérationnelle	16h	ATER puis IGR
ENSM-SE	Master Génie Logiciel	De 97 à 2000	Bases de données	30h	IGR
ENSM-SE	Master recherche (DEA)	De 97 à 1998	Système Multi-Agents	12h	IGR
ISTP	Elèves Ingénieurs (alternance)	Depuis 1998	Gestion de production	40h	Vacataire
ISTP	Elèves Ingénieurs (Formation continue)	Depuis 2008	Gestion de production	40h	Vacataire
ISTP	Elèves Ingénieurs (alternance)	De 95 à 1998	Simulation des flux	25h	Vacataire
ISTP	Elèves Ingénieurs (Formation continue)	De 95 à 1998	Simulation des flux	25h	Vacataire
ESC-SE	Master	De 97 à 2008	SI & Bases de données	30h	Vacataire
ESC-SE	Master	De 97 à 2000	Gestion de projet	20h	Vacataire
IUT - OGP	Techniciens Supérieurs	De 98 à 2001	Modélisation et Simulation des flux	60h	MCF
IUT - OGP	Techniciens Supérieurs	De 98 à 2005	Informatique générale	60h	MCF
IUT - OGP	Techniciens Supérieurs	De 98 à 2010	SI & Bases de données	60h	MCF
IUT - QLIO	Techniciens Supérieurs	Depuis 2005	SI & Bases de données	60h	MCF
IUT - STID	Techniciens Supérieurs	Depuis 1998	Informatique générale	60h	MCF
IUT - STID	Techniciens Supérieurs	Depuis 1998	SI & Bases de données	30h	MCF
IUT - LP - LG	Licence Professionnelle	Depuis 2001	SI pour la Supply Chain	30h	MCF
IUT - LP - CP	Licence Professionnelle	Depuis 2008	SI & Bases de données	30h	MCF
CAMT - FC	Staff (personnel enseignant)	En 2010	Introduction to Quality	8h	Vacataire
CAMT - FC	Staff (personnel enseignant)	En 2010	QMS fo Quality Managers	8h	Vacataire
CMU - CAMT	Master degree	Depuis 2008	Information Systems e-business	40h	Vacataire
CMU - CAMT	Bachelor degree	En 2009-2010	Algorithms Design and Analysis	40h	Vacataire
Société CIRIL	Formation Continue (collectivités locales)	De 00 à 2006	SGBD ORACLE	16h	Vacataire

### 1.3.3.1. Enseignements en 3ème cycle

#### **Master Recherche en Informatique de Lyon : filière CONnaissances et Décisions pour l'Entreprise (CODE) « SI pour la Supply Chain ».**

- Niveau : Bac + 5, Nombre d'heures : 10, Nombre d'étudiants : 20, Années : Depuis 2008
- Objectifs : comprendre les modèles de pilotage et les SI pour la chaîne logistique.
- Contenu : Introduction aux systèmes d'information et de pilotage pour les chaînes logistiques. J'aborde les notions d'environnement économique, d'organisation, de système d'information, ainsi que les différents modèles de prise de décision. J'aborde l'approche processus et l'intégration aux SI. Je termine par les modèles collaboratifs pour la *supply chain* et des méthodes comme le VMI, CPFR,...

#### **Master Recherche en Informatique de Lyon : filière Aide à la Décision pour l'Entreprise (ADE) « Systèmes d'Informations pour la Supply Chain ».**

- Niveau : Bac + 5, Nombre d'heures : 10, Nombre d'étudiants : 20, Années : 2003-2008
- Objectifs : comprendre les modèles de pilotage et les SI pour la chaîne logistique.
- Contenu : idem contenu cours précédent.

#### **Master Recherche en Informatique de Lyon : filière Aide à la Décision pour l'Entreprise (ADE) « Analyse et Modélisation des Systèmes de Production ».**

- Niveau : Bac + 5, Nombre d'heures : 10, Nombre d'étudiants : 20, Années : 2002-2005
- Objectifs : Présentation des méthodes et modèles pour les systèmes de production.
- Contenu : J'interviens sur la partie modélisation d'entreprise et sur les SI associés.

#### **Master Professionnel en Economie/Gestion de l'Université Lyon 2 : filière Ingénierie et Informatique pour la Décision et l'Evaluation (IIDEE) « Les systèmes d'informations et d'aide à la décision d'entreprise ».**

- Niveau : Bac + 5, Nombre d'heures : 6, Nombre d'étudiants : 15, Années : Depuis 2008
- Objectifs : Introduction à l'évolution des systèmes d'informations d'entreprise (ERP, APS, MES,...) et du lien entre ces systèmes et l'informatique décisionnelle.
- Contenu : Historique de l'évolution des SI d'entreprise, systèmes de pilotage et d'aide à la décision.

#### **Master Professionnel en Economie/Gestion de l'Université Lyon 2 : filière Econométrie « Systèmes d'informations et Base de Données ».**

- Niveau : Bac + 5, Nombre d'heures : 20, Nombre d'étudiants : 30, Années : 2005-2009
- Objectifs : Présentation des SI d'entreprise et des bases de données
- Contenu : Introduction aux SI et aux SGBD. Application Bases de Données.

#### **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne : Master spécialisé en Génie Logiciel – cours « Bases de données »**

- Niveau : Bac +5, Nombre d'heures : 30, Nombre d'étudiants : 21, Années : 1995 à 2000
- Objectifs : concevoir et administrer des bases de données
- Contenu : Analyse et conception de bases de données. Introduction aux SGBD. Administration d'un SGBD (Oracle). Langage SQL/PLSQL.

#### **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne : DEA Systèmes Coopératifs – cours « Modélisation cognitive dans les SMA »**

- Niveau : Bac +5, Nombre d'heures : 12, Nombre d'étudiants : 8, Années : 1997 à 1998
- Objectifs : introduction aux Systèmes Multi-Agents
- Contenu : les principes de l'intelligence artificielle distribuée et des Systèmes Multi-Agents, modélisation des processus décisionnels dans les Agents.

### 1.3.3.2. Enseignements de niveau Licence

#### **Licence Professionnel Logistique Globale IUT Lumière : « Systèmes d'Informations et Pilotage des Chaînes Logistiques ».**

- Niveau : Bac + 3, Nombre d'heures : 25, Nombre d'étudiants : 25, Années : 2001-2009
- Objectifs : comprendre les modèles et outils de pilotage de la chaîne logistique.

- *Contenu* : Introduction aux SI d'entreprise et à leur évolution vers des systèmes intégrés. Présentation des différents SI de pilotage de la chaîne logistique (ERP, APS, MES, SCE,...).

**Licence Professionnel Coordinateur de Projets en Système d'Information de l'IUT Lumière : « Systèmes d'informations ».**

- *Niveau* : Bac +3, *Nombre d'heures* : 10, *Nombre d'étudiants* : 20, *Années* : Depuis 2008

- *Objectifs* : Introduction aux systèmes d'informations d'entreprise.

- *Contenu* : Présentation des SI d'entreprise pour les chaîne logistique (APS, MES, WMS,...)

### 1.3.3.3. Enseignements de niveau DUT

**DUT Qualité, Logistique Industrielle et Organisation (QLIO ex: OGP) de l'IUT Lumière : « Systèmes d'Informations ».**

- *Niveau* : Bac +2, *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 40, *Années* : 1998-2009

- *Objectifs* : Etre capable d'analyser et de modéliser un problème en s'appuyant sur les systèmes d'information. .

- *Contenu* : Introduction aux systèmes d'information ; présentation des méthodes d'analyse et de conception de SI, Applications des méthodes Entités/Associations et UML.

**DUT Qualité, Logistique Industrielle et Organisation (QLIO ex : OGP) de l'IUT Lumière : « Base de données ».**

- *Niveau* : Bac +2, *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 40, *Années* : 1998-2009

- *Objectifs* : Après le module d'analyse et de conception des SI, l'objectif de ce module est de mettre en application ces concepts sur des bases de données.

- *Contenu* : Une introduction aux SGBD est proposée, puis l'essentiel du module est consacré à la création et l'interrogation des bases de données (SGBD Access). Enfin des notions du langage SQL sont présentées.

**DUT Qualité, Logistique Industrielle et Organisation (QLIO) de l'IUT Lumière : « Modélisation et Simulation des flux ».**

- *Niveau* : Bac +2, *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 40, *Années* : 1998-2009

- *Objectifs* : Etre capable d'analyser un système, de le modéliser, puis de le simuler.

- *Contenu* : Après une présentation des méthodes de modélisation des processus, l'outil ARENA est utilisé afin de simuler différents systèmes (production, logistique,...)

**DUT Statistique et Informatique Décisionnelle (StID) IUT Lumière « Algo. & programmation »**

- *Niveau* : Bac +2, *Nombre d'heures* : 60, *Nombre d'étudiants* : 40, *Années* : 1998-2009

- *Objectifs* : Etre capable d'analyser un problème, de le traiter avec des solutions algorithmiques, puis d'utiliser un langage informatique pour le programmer.

- *Contenu* : Après une introduction aux notions de base de l'algorithmie, les étudiants traitent un certain nombre de problèmes avant de passer à la programmation (VBA).

**DUT Statistique et Informatique Décisionnelle (StID) de l'IUT Lumière : « Bases de données ».**

- *Niveau* : Bac +2, *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 30, *Années* : 1998-2008

- *Objectifs* : Etre capable d'analyser un problème et d'apporter des solutions de types SI.

- *Contenu* : une présentation des méthodes d'analyse et de conception des SI (Entités/Associations et UML). Introduction aux SGBD, puis création et manipulation de bases de données (SGBD Access). Enfin des notions du langage SQL sont présentées.

**DUT Statistique et Informatique Décisionnelle (StID) IUT Lumière « Programmation Objet ».**

- *Niveau* : Bac +2, *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 30, *Années* : 1998-2006

- *Objectifs* : Etre capable de programmer avec un langage de programmation objet.

- *Contenu* : Après une présentation des grands principes de la programmation objet, les étudiants mettent en application ces concepts (classes, objet, héritage,...) en utilisant le langage de programmation JAVA.

**DUT Statistique et Informatique Décisionnelle (StID) IUT Lumière « Programmation Web ».**

- *Niveau* : Bac +2, *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 20, *Années* : 1998-2005

- *Objectifs* : Etre capable de développer de petites applications Web

- *Contenu* : Après une introduction au langage PHP et aux outils d'administration de sites Web, les étudiants doivent développer, dans le cadre d'un projet, un site avec des connexions avec une base de données (EasyPHP et MySQL).

#### 1.3.3.4. Enseignements en Ecole d'Ingénieurs

##### **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne : Elèves ingénieurs civils des Mines - cours « Systèmes d'informations et bases de données »**

- *Niveau*: Bac +5 (3A), *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 20, *Années* : 96 à 2000  
- *Objectifs* : concevoir et administrer des bases de données  
- *Contenu* : Analyse et conception de bases de données. Introduction aux SGBD. Administration d'un SGBD (Oracle). Langage SQL/PLSQL.

##### **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne : Elèves ingénieurs civils des Mines - cours « Programmation Orientée Objets »**

- *Niveau* : Bac +5 (3A), *Nombre d'heures* : 30, *Nombre d'étudiants* : 21, *Années* : 97 à 2000  
- *Objectifs* : Etre capable d'analyser et de modéliser en utilisant les principes Objets.  
- *Contenu* : Présentation des grands principes de la programmation et de la modélisation objet (UML), Application des concepts (classes, objet, héritage,...) en utilisant le langage objet C++.

##### **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne : Elèves ingénieurs civils des Mines - cours « Outils informatiques »**

- *Niveau*: Bac +3 (1A), *Nombre d'heures*: 24, *Nombre d'étudiants*: 80, *Années*: 1995 à 1998  
- *Objectifs* : Maîtriser les outils bureautiques classiques et en particulier les tableurs.  
- *Contenu* : Introduction aux outils bureautiques (word, excel, power point), approfondissement du tableur Excel (tableaux croisés dynamique, solveur,...).

##### **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne : Elèves ingénieurs civils des Mines - cours « Recherche opérationnelle »**

- *Niveau* : Bac +3 (1A), *Nombre d'heures*: 12, *Nombre d'étudiants*: 21, *Années*: 1995 à 1998  
- *Objectifs* : Introduction aux techniques fondamentales de la recherche opérationnelle.  
- *Contenu* : théorie des graphes, prog. dynamique, *branch & bound*, et théorie des jeux.

##### **Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne : Elèves ingénieurs civils des Mines - cours « Simulation de flux »**

- *Niveau*: Bac +4 (2A), *Nombre d'heures*: 15, *Nombre d'étudiants*: 25, *Années* : 1995 à 1997  
- *Objectifs*: Etre capable d'analyser un système, modéliser les processus, et le simuler.  
- *Contenu* : Après une présentation des méthodes de modélisation des processus et du langage Siman, l'outil ARENA est utilisé afin de simuler différents types de systèmes industriels.

##### **Institut Supérieur des Techniques Productives de Saint-Etienne : Ecole d'Ingénieurs en Alternance - cours « Modélisation et Simulation »**

- *Niveau*: Bac +5 (2A FI et FC), *Nbr d'heures*: 30, *Nbr d'étudiants*: 60, *Années* : 95 à 1999  
- *Objectifs* : comprendre les méthodes et outils de modélisation et de simulation de flux.  
- *Contenu* : les principaux éléments enseignés dans le cadre de ce cours sont la modélisation des processus, les différents modes de simulation : événements discrets, continus,..., les principaux outils et logiciels dédiés (Arena, Witness,...).

##### **Institut Supérieur des Techniques Productives de Saint-Etienne : Ecole d'Ingénieurs en Alternance - cours « Concepts et Modèles de Gestion de Production »**

- *Niveau*: Bac +5 (FI et FC), *Nb d'heures*: 60, *Nb d'étudiants*: 110, *Années*: depuis 1999  
- *Objectifs* : comprendre les méthodes et outils de la gestion de production.  
- *Contenu* : les principaux éléments enseignés dans le cadre de ce cours sont les méthodes de la gestion de production (MRP2, kanban, JAT,...) ainsi que la gestion des stocks.

### 1.3.3.5. Enseignements à l'International

#### **Master degree in Software Engineering in CAMT – University of Chiang Mai - Thailand: SE441 « Information Systems for e-business ».**

- Niveau : Bac+4, Nombre d'heures : 40h, Nombre d'étudiants : 35, Années : 2009 et 2011
- Objectifs: This course gives a survey of the key technological elements of e-business and provides insight into e-business infrastructures.
- Contenu: It covers: Supply chain management & ERPs, IT & information systems for e-business architectures, web applications & SOA for e-business.

#### **Bachelor degree in Software Engineering in CAMT (College of Art Media and Technology) University of Chiang Mai - Thailand: « Algorithms Design and Analysis ».**

- Niveau : Bac+3,, Nombre d'heures : 40h, Nombre d'étudiants : 35, Année : 2010
- Objectifs: Understand what a good program is and how to analyze its performance.
- Contenu: Algorithm design: data structures, recursive, iterative, Sorting and searching. Algorithm Analysis: the RAM model of computation, the Big Oh notation, growth rates and dominance relations, reasoning about efficiency.

#### **Licence déportée en Sciences Economique et de Gestion de l'Université Lyon 2 à Phnom Penh – Cambodge : cours de « gestion de production ».**

- Niveau: Bac+3, Nombre d'heures : 21, Nbr d'étudiants : 35, Années : 2007-à aujourd'hui
- Objectifs : comprendre les méthodes et outils de la gestion de production.
- Contenu : les principaux éléments enseignés sont les méthodes et modèles de la gestion de production (MRP2, kanban, JAT,...) et la gestion des approvisionnements et la gestion des stocks.

#### **Licence déportée en Sciences Economique et de Gestion de l'Université Lyon 2 à Hanoï – Vietnam : cours de « gestion de production ».**

- Niveau: Bac+3, Nombre d'heures: 41h, Nb d'étudiants: 30, Années : 2009- à aujourd'hui
- Objectifs : comprendre les méthodes et outils de gestion de production.
- Contenu : les principaux éléments enseignés sont les méthodes et modèles de la gestion de production (MRP2, kanban, JAT,...) et la gestion des approvisionnements et la gestion des stocks.

### 1.3.4. Principales responsabilités pédagogiques et administratives

#### 1.3.4.1. Direction et responsabilités

- Directeur adjoint de l'IUT Lumière, depuis septembre 2010.
- Chef du département QLIO (Qualité, Logistique Industrielle et Organisation) à l'IUT Lumière, de 2008 à 2010.
- Responsable des Licences Professionnelles en alternance Gestion de Production Industrielle (GPI), spécialité : Coordinateurs de projet en gestion des risques, gestion de la sous-traitance, et SI, de 2008 à 2010.
- Responsable du « Partenariat Entreprise » des Licences Professionnelles Gestion de Production Industrielle (GPI), spécialité : Coordinateurs de projet en gestion des risques, gestion de la sous-traitance, et Système d'information, de 2006 à 2008.
- Responsable du « Partenariat Entreprise » du département QLIO. J'ai dirigé cette équipe dont la responsabilité était de prospecter les entreprises partenaires du département, ainsi que l'accompagnement des étudiants en alternance, de 2001 à 2008.

#### 1.3.4.2. Responsabilités administratives et pédagogiques

- Coordinateur des Enseignements Informatiques IUT Lumière de 98 à 2011.
- Chargé de mission auprès de la direction de l'IUT Lumière : Administration des Systèmes d'informations, de 2000 à 2009.
- Membre élu au conseil de l'IUT Lumière et au Bureau du Conseil de l'IUT Lumière (2000/04)
- Membre consultatif, en tant que chef de département QLIO, puis de Directeur adjoint, au Conseil et au Bureau du Conseil de l'IUT, depuis 2008
- Membre élu au conseil des départements OGP/QLIO, et STID de l'IUT Lumière de 00 à 2011
- Membre des Commissions VAE du département OGP, puis QLIO, et des licences professionnelles *Logistique Glob@le* et *GPI-coordonateurs de projet*.
- Membre du conseil de gestion de l'Unité de Formation d'Apprentis (UFA) OGP, de 2001 à 2005, puis du département QLIO de 2005 à 2010
- Membre de la commission de Validation des Acquis Personnels et Professionnels (VAPP) du département OGP, puis QLIO de 2000 à 2010
- Membre des groupes de pilotage pour la création des licences professionnelles *Logistique Glob@le* (ouverture en 2001), et *GPI-Coordonateurs de projets* (en 2006).



---

## PARTIE II : SYNTHÈSE ET BILAN DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

---

---

## Introduction

---

Les thématiques de recherche que j'ai développées depuis une quinzaine d'années s'intègrent dans les axes de recherche du Génie Industriel et concernent *l'étude et la mise en œuvre de modèles et d'architectures d'aide à la décision pour les acteurs décisionnels, dans des contextes de pilotages d'entreprises en réseau et de gestion du cycle de vie des produits*. Ces thématiques se trouvent à la croisée de différents domaines scientifiques comme la modélisation des systèmes et des organisations, la simulation, l'ingénierie des systèmes d'informations, les systèmes multi-agents, et les architectures informatiques.

### Positionnement des travaux de recherche

Afin de présenter mon activité de recherche, je vais me positionner par rapport aux travaux réalisés dans la communauté du génie industriel qui ont permis de dégager les grandes orientations de la recherche en ingénierie d'entreprise de ces dernières années [Ferdows & Thurnheer, 11],[Boucher, 07],[Stadler, 08], les principales sont :

a. La prise en compte de la dynamique forte de changement des organisations, en dotant les démarches d'ingénierie des formalismes nécessaires au pilotage de l'évolution [Malhéné, 2000]. Si les relations de collaboration inter-entreprises sont aujourd'hui clairement reconnues comme un facteur clé de développement économique, les **méthodes et outils nécessaires à la gestion et à l'analyse de ces relations collaboratives** manquent encore de maturité.

Dans une première phase dans mes travaux de recherche je me suis intéressé à l'analyse et à l'étude des systèmes de production et en particulier à l'évolution des modes d'organisation et des processus décisionnels dans ces systèmes. Les approches que j'ai utilisées se sont basées principalement sur la modélisation systémique et sur la simulation pour appréhender la complexité de ces systèmes et pour faire le lien entre changements organisationnels et performance. En effet, dans l'optique de l'évaluation des performances d'un système, il est souvent nécessaire de simuler le comportement dynamique de ce système en utilisant des modèles de simulation qui permettent notamment d'analyser les processus de pilotage et de comparer des stratégies d'organisation et d'amélioration de ces processus.

L'originalité de ces travaux venait de l'intégration, dans le développement de modèles de simulation, de techniques d'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD), les Systèmes Multi-Agents (SMA), pour modéliser les comportements cognitifs des acteurs décisionnels. Les SMA nous ont permis d'élaborer des modèles d'organisation décentralisés plutôt que centralisés, émergents plutôt que planifiés, et concurrents plutôt que séquentiels.

Les changements du contexte économique des entreprises dans les années 90 ont en effet entraîné une évolution des entreprises vers plus de compétitivité et d'exigence en termes de flexibilité et de réactivité. Ce qui s'est traduit par des réorganisations nécessitant plus d'interactions et de collaborations entre les différents acteurs impliqués dans les chaînes logistiques. Dans ce contexte, j'ai poursuivi mes travaux de recherche de manière à enrichir les modèles de simulation orientés « intra-entreprise » pour intégrer des problématiques liées à la collaboration, au partage d'informations et à l'optimisation des processus externes des entreprises, et donc orienter ces modèles vers des préoccupations inter-entreprises. J'ai donc proposé, dans le cadre de différents projets et co-encadrements de thèses, des modèles cognitifs de simulation permettant de formaliser ces interactions et de représenter les

comportements collaboratifs des acteurs décisionnels. Ces différentes contributions ont permis d'aborder, de manière originale, la dimension décisionnelle dans les chaînes logistiques et l'impact de la collaboration dans la performance globale de ces chaînes.

Plus précisément nous nous sommes intéressés aux modèles pour l'aide à la décision et à leur mise en œuvre pour la gestion et le pilotage des chaînes logistiques. Caroline Thierry, dans son mémoire d'HDR [Thierry, 03], précise que le rôle d'un système d'aide à la décision pour la gestion de chaînes logistique est de permettre au décideur de faire des choix en tenant compte d'objectifs qui peuvent être antagonistes. Ces décisions peuvent être classées en trois grandes catégories : les décisions stratégiques, généralement à long terme, qui sont prises au plus haut niveau de l'entreprise [Bel, 98], [Martel 01], et qui concernent, par exemple, des décisions de reconfiguration de la chaîne logistique, des investissements importants,... Les décisions administratives ou tactiques, plutôt à moyen terme, qui sont destinées à obtenir la meilleure efficacité des moyens et ressources mis en œuvre. Enfin les décisions opérationnelles, à court terme, qui consistent à organiser dans le temps les différentes opérations à effectuer de manière à respecter les décisions des niveaux supérieurs.

Dans le cadre de nos travaux, nous nous sommes intéressés principalement aux niveaux décisionnels moyens et courts termes. Nous avons également distingué les deux types d'approches, définies par G. Bel [Bel, 98] : celles dites génératives qui consistent à modéliser des problèmes dans le but de générer des solutions à mettre en œuvre directement par les décideurs, de celles, dites « évaluatives » dont l'objectif est d'évaluer les performances de solutions envisagées par les décideurs.

Le choix de modèles principalement basés sur des techniques d'intelligence artificielle distribuée se justifie par le fait que la gestion des chaînes logistiques implique des entités à la fois autonomes mais aussi en forte interaction dans des environnements de plus en plus dynamiques et dont la gestion nécessite une coordination et une synchronisation des processus [Giard et Mendy 06]. Les SMA s'avèrent être efficaces pour simuler et reproduire les comportements collaboratifs et adaptatifs tels qu'ils apparaissent actuellement dans les entreprises. Mark J. Fox a été l'un des premiers à proposer d'organiser la chaîne logistique comme un réseau d'agents intelligents [Fox, 00]. En effet, les chaînes logistiques sont composées de sous-systèmes hétérogènes qui se regroupent en vastes coalitions dynamiques et virtuelles. Des systèmes distribués tels que les SMA permettent la représentation de l'autonomie de chaque membre de ce réseau d'entreprises. Chaque partenaire poursuit des buts individuels tandis qu'il satisfait à la fois à ses contraintes internes et externes.

b. Le développement de **l'Interopérabilité non seulement entre les systèmes d'informations d'entreprises** mais également entre les approches d'ingénierie d'entreprises, ou plus globalement entre les organisations [Vernadat, 07].

Cette deuxième orientation de recherche, sur laquelle je me suis également penché, concerne en particulier l'ingénierie des systèmes d'informations et les architectures de partage et d'échange d'informations dans des contextes d'entreprises en réseau. En effet, les processus décisionnels dans des contextes collaboratifs nécessitent un alignement des systèmes d'informations aux différents processus organisationnels. Les principaux systèmes d'informations existants, par exemple les ERP, ou les systèmes PLM (*Product Lifecycle Management*) pour la gestion du cycle de vie des produits, ont pour objectif principal d'organiser, de stocker, et de restituer les informations liées aux processus et aux produits

dans les différentes phases de leurs cycles de vie (de la conception au recyclage, en passant par les phases de fabrication, de stockage, de maintenance, de distribution,...).

L'alignement des systèmes d'informations et des processus organisationnels dans les entreprises en réseau s'intéresse en particulier à l'intégration fonctionnelle, c'est-à-dire à l'intégration entre infrastructure organisationnelle et technologies de l'information. Cette intégration a pour objectif de mettre en cohérence le système d'information et son infrastructure avec les processus métier. Les ERP ou les systèmes PLM en tant que progiciels intégrés sont porteurs d'une unité du système d'information qui peut favoriser l'intégration fonctionnelle. Mais, lorsque les systèmes d'informations utilisés par les différents acteurs de l'entreprise ne sont pas en soi intégrés, il est nécessaire d'assurer différemment leur couplage afin de favoriser l'intégration des processus métier. Il est alors nécessaire de proposer des architectures informatiques permettant d'effectuer cet alignement, les travaux effectués dans le cadre de l'interopérabilité des systèmes et des architectures d'échanges et de partage des données et des connaissances sont porteurs de cet autre d'alignement.

Nous avons donc développé un certain nombre de contributions afin d'apporter des réponses aux problématiques posées par cet alignement des systèmes d'informations, et en particulier, l'intégration des systèmes d'informations PLM/SCM et la mise en place d'architectures et de référentiels techniques pour la gestion et le suivi des données (approche par les modèles, interopérabilité des systèmes,...).

c. L'intégration de nouvelles dimensions, notamment la dimension cognitive et **la gestion des connaissances**, dans les démarches d'ingénierie d'entreprise [Zarifian, 01], [Harzallah et al. 06], [Zuelch et Becker, 07].

Une dernière orientation de recherche, en lien avec les deux premières, nous a permis de nous focaliser sur les notions de connaissances dans le cadre des relations collaboratives dans les entreprises en réseau (chaîne logistique, cluster et groupement d'entreprises, logistique inverse,...). En effet, l'utilisation des systèmes multi-agents a été une première étape dans l'intégration de la dimension cognitive dans nos approches de modélisation et de simulation, la phase suivante a consisté à développer des systèmes permettant de gérer, de capitaliser, et de partager ces connaissances entre les acteurs impliqués dans des processus collaboratifs.

Le principe de chaîne logistique globale a renforcé de manière significative les contraintes qui s'imposent aux entreprises (réduction du temps de mise sur le marché, traçabilité des produits,...) pour satisfaire des marchés de plus en plus volatiles et exigeants. Dans ce contexte la gestion des connaissances joue un rôle primordial en permettant de mieux appréhender la complexité, l'incertitude, et les différentes dynamiques auxquelles les organisations doivent faire face.

L'enjeu de la gestion des connaissances au sein de l'entreprise en réseau est la création, la maîtrise et l'optimisation des flux et des processus que ce soit aux niveaux coût, délai et qualité, que dans les dimensions durables (sociétale, environnementale, et économique). Il y a donc un réel besoin en terme d'architectures et de systèmes afin de faciliter la mise en œuvre de démarche de gestion des connaissances pour favoriser la diffusion d'une culture de partage et d'échange de connaissances dans le cadre des relations inter-organisationnelles. L'objectif est d'améliorer les compétences des entreprises qui collaborent au sein de ces chaînes et leur permettre d'obtenir ainsi des avantages compétitifs.

Nous nous sommes donc intéressés aux problématiques posées par l'ingénierie des connaissances dans le cadre de l'entreprise étendue et avons tenté d'illustrer le fait que la capitalisation et le partage de connaissances participent à l'amélioration de la maîtrise de la performance des organisations. Pour cela, nous avons proposé différentes contributions aussi bien au niveau de la mise en place d'architectures de capitalisation, d'échange et de partage de connaissances pour les chaînes logistiques que pour les clusters d'entreprises, ainsi que le développement d'un modèle hybride de gestion des connaissances et d'aide à la décision pour des problématiques de reconfiguration de chaînes logistiques et de délocalisation.

### **Présentation des principales contributions**

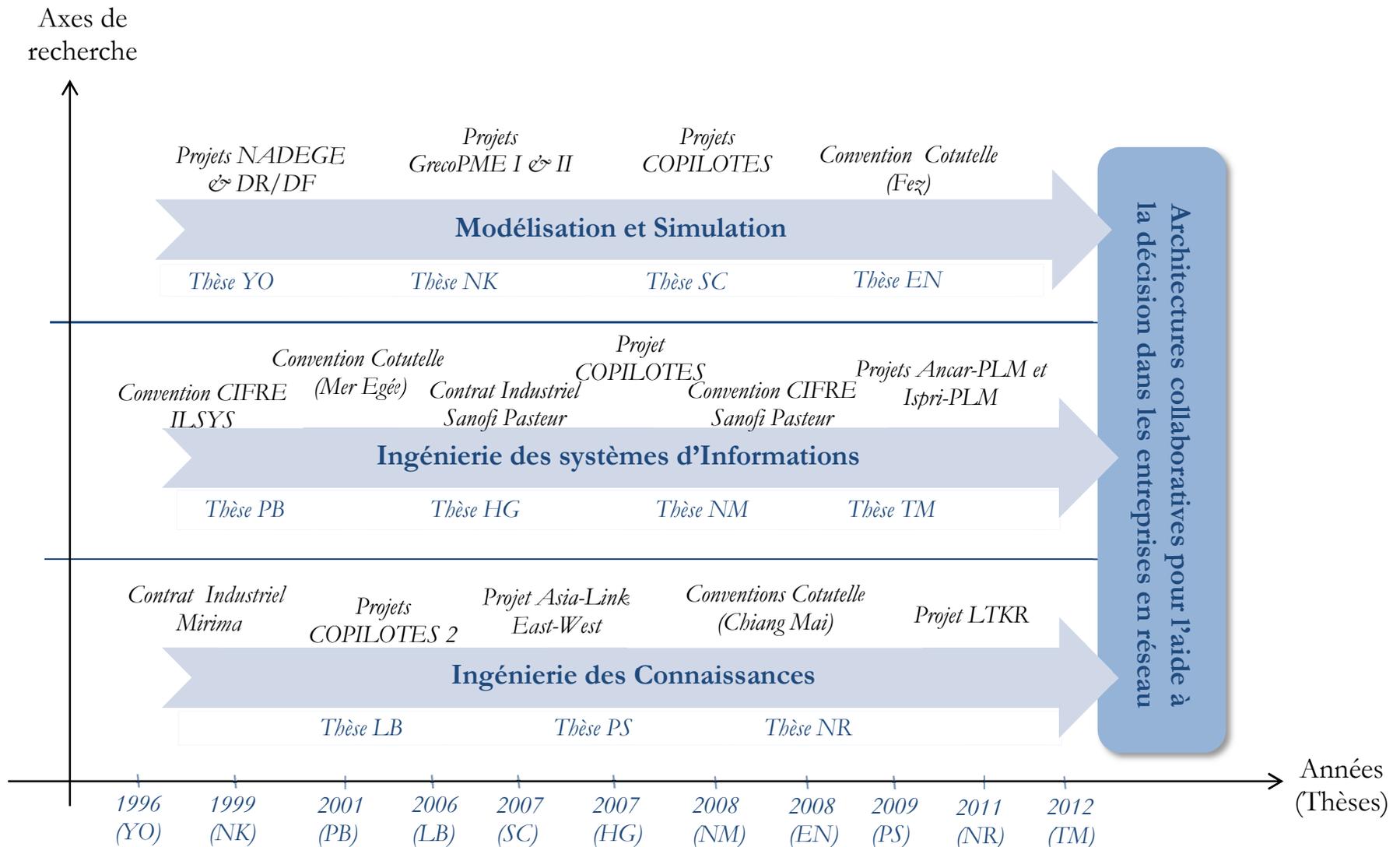
Les trois dimensions mises en évidence convergent en fait vers un paradigme plus large pour l'aide à la décision dans le cadre des entreprises en réseau : le paradigme de l'entreprise agile, collaborative et durable. Ce paradigme place au cœur de la performance des entreprises la nécessité de mettre en œuvre des modes d'organisation réactifs et des modes de collaboration et de synchronisation des systèmes d'informations. Ce qui permet à ces organisations de s'intégrer dans des chaînes logistiques en fonction des besoins, et de mettre en place des partenariats et des échanges de manière efficace et facilement reconfigurable.

Les travaux et contributions issus de l'étude de ces dimensions du génie industriel s'appuient sur les trois axes scientifiques suivants :

- l'axe « *Modélisation et simulation* » qui traite de la définition de modèles multi-agents pour la simulation de systèmes décisionnels complexes ;
- l'axe « *Ingénierie des systèmes d'informations* » qui se focalise sur la proposition d'architectures et de solutions d'intégration des systèmes d'informations pour la mise en place de processus collaboratifs et d'aide à la décision dans les entreprises en réseau ;
- et enfin l'axe « *Ingénierie des connaissances* » qui traite de la mise en place de systèmes de gestion et de capitalisation des connaissances dans des contextes distribués.

Ces trois axes, présentés séparément, sont complémentaires, les axes « simulation », « système d'information », et « connaissances » apportent une réponse globale à ma problématique de recherche : « l'étude et la mise en œuvre d'architectures et de systèmes d'aide à la décision pour les acteurs collaboratifs dans les entreprises en réseau ».

La figure suivante décrit ces trois axes de recherche ainsi que les projets, contrats industriels, et thèses de doctorat qui en ont été les supports :



**Thèses :** Yacine Ouzrout (**YO**); Nadia Kabachi (**NK**) ; Pascal Boutin (**PB**) ; Laurent Buzon (**LB**) ; Samia Chehbi (**SC**) ; Hichem Geryville (**HG**) ; Néjib Moalla (**NM**) ; Elhabib Nfaoui (**EN**) ; Pradorn Sureephong (**PS**) ; Napaporn Reveerakul (**NR**) ; Thitiya Manakitsirisuthi (**TM**).

Mes travaux ont abouti à la proposition d'architectures distribuées de gestion des connaissances, d'intégration de systèmes d'informations et de simulation pour les entreprises en réseau et les chaînes logistiques. Pour chacun des axes de recherche, les figures suivantes présentent les fondements scientifiques sur lesquels ils ont été construits et les principales contributions que nous avons apportées.

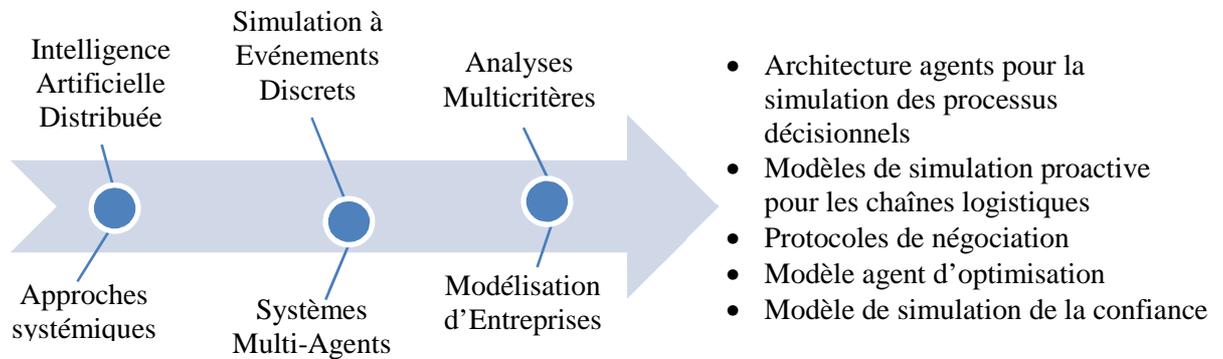


Figure 1. Axe : Modélisation et Simulation

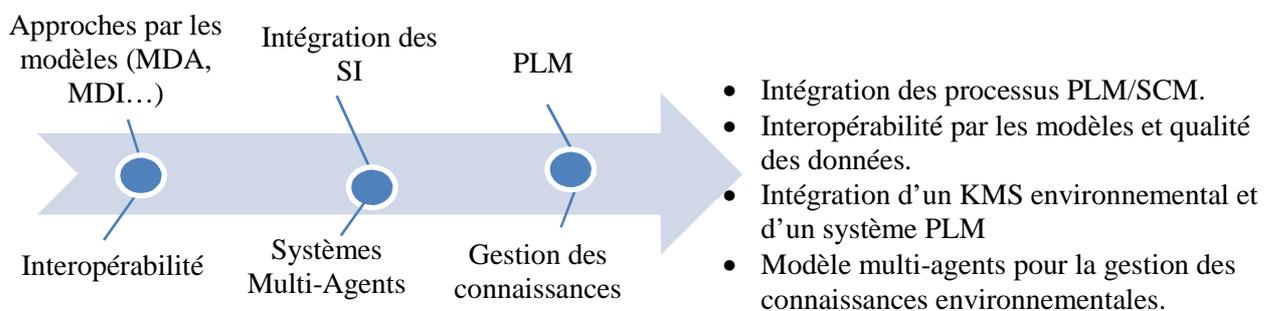


Figure 2. Axe : Ingénierie des Systèmes d'Informations

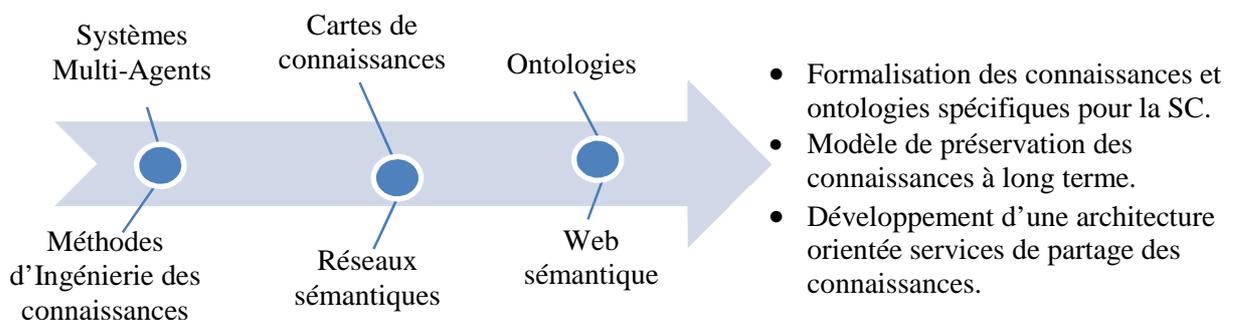


Figure 3. Axe : Ingénierie des Connaissances

Les chapitres suivants aborderont de façon détaillée ces différents travaux de recherche et les principales contributions. A partir de ces présentations nous proposerons une évolution de ces axes vers la définition de modèles cognitifs d'aide à la décision pour les entreprises en réseau, basés sur la simulation et l'optimisation, et intégrant des notions d'agilité, de réactivité, de capitalisation des connaissances, et d'optimisation durable et pérenne.

Les résultats présentés ici ne peuvent en aucun cas être considérés comme ceux d'un travail individuel mais sont issus de nombreux encadrements de doctorants, alimentés par des discussions avec des enseignants-chercheurs, et souvent en interaction avec le milieu industriel.



## Chapitre 2 : Axe modélisation et simulation des relations intra et inter-entreprises : une approche multi-agents

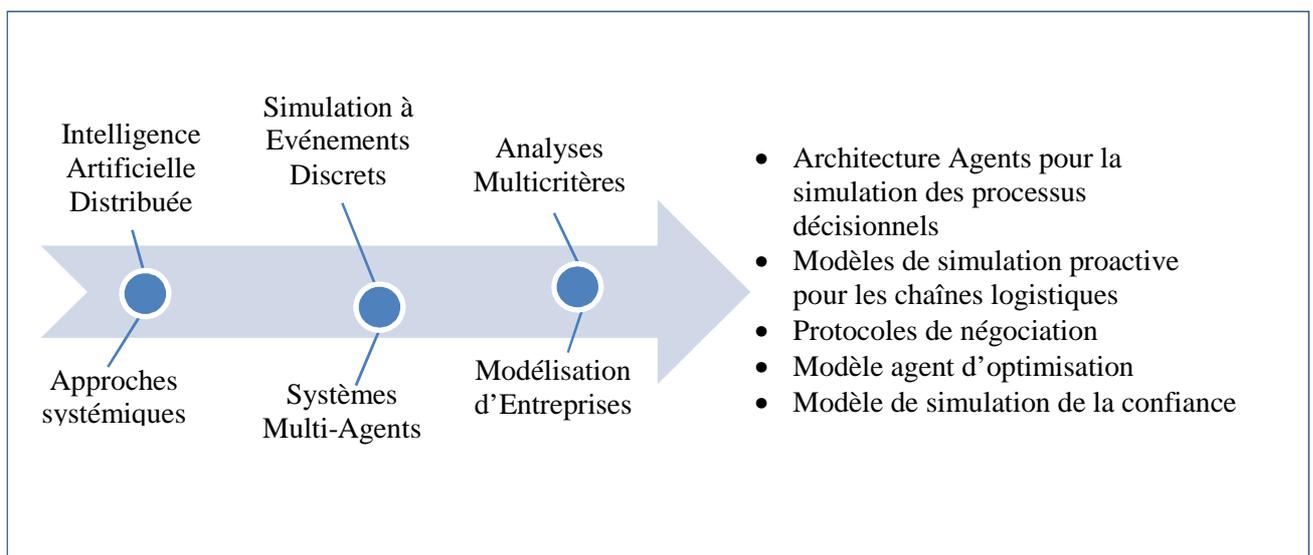
### Chapitre 2 : Modélisation et simulation des relations intra et inter-entreprises

2.1 Problématique générale

2.2 D'un modèle de simulation pour les organisations productives...

2.3 ... à des modèles de simulation pour les chaînes logistiques

2.4 Bilan de l'axe et production scientifique



---

## 2.1 Problématique générale

---

Dans le cadre de cet axe de recherche, je me suis intéressé aux problématiques de modélisation et de simulation des processus décisionnels dans le cadre de l'entreprise étendue et des chaînes logistiques. Une première phase de ces travaux a consisté à se pencher, au milieu des années 90, sur le problème de l'évolution des organisations d'une vision monolithique et centralisée de l'information et de la décision vers une vision répartie et distribuée, et depuis une vision hiérarchique de la prise de décision vers une vision plus autonome basée sur les compétences [Ouzrout, 96] [Burlat, 96].

Cette évolution des entreprises vers plus de flexibilité et de réactivité a entraîné une approche différente des processus décisionnels, poussant ces dernières à décentraliser davantage les prises de décision et à s'appuyer sur les compétences des acteurs afin d'optimiser la performance globale de leur activité. La modélisation des organisations intégrées et flexibles a dû alors s'appuyer sur des concepts nouveaux :

- passage d'une mesure externe et statique d'indicateurs de résultats à une mesure interne collective d'indicateurs de processus supportée par des modèles multicritères, multi-acteurs et multi-niveaux ;
- transformation du traitement de l'information depuis des processus hiérarchiques caractérisés par des prises de décision « verticales », vers des processus décisionnels cognitifs caractérisés par des degrés d'autonomie.

Après avoir étudié les différentes méthodes de modélisation d'entreprise ainsi que les approches liées au pilotage dans les entreprises industrielles, j'ai proposé un modèle de simulation des processus industriels permettant de coupler un simulateur à événements discrets, dédié à l'analyse des flux physiques, à un modèle de simulation décisionnel et organisationnel à base d'Agents cognitifs. J'ai par la suite abordé la problématique de l'amélioration des processus de décision et montré que l'efficacité de la décision dépend de sa capacité à exploiter des mécanismes d'apprentissage se rapprochant le plus de ceux utilisés par l'homme ; pour cela nous avons proposé une évolution du modèle de simulation en intégrant dans les agents logiciels des mécanismes de raisonnement et d'apprentissage (raisonnement à base de cas). Les modèles développés dans cette phase de recherche ont surtout été basés sur le concept de simulation proactive à base d'agents cognitifs.

Une seconde phase a ensuite concerné l'analyse de l'émergence des nouvelles organisations et en particulier des organisations distribuées. L'objet de mes travaux de recherche a alors évolué depuis les processus décisionnels intra-entreprise vers les organisations en réseau, avec pour préoccupation principale la volonté d'étudier l'impact de la collaboration et du partage d'information sur la performance locale des entreprises, et globale à la chaîne logistique.

En effet, l'idée de gérer les entreprises de façon transversale et non plus sur un mode cloisonné, et sur la base d'objectifs de performance locaux, ayant fait son chemin, il est devenu évident, pour tout acteur industriel, que c'est dans le cadre de l'atteinte d'un objectif global, et la considération d'une chaîne logistique dite « globale », que se trouve la clé du succès. Cependant, *« la mise en pratique de ces concepts reste un défi car il faut mener de front un changement organisationnel et un projet technique pour des résultats difficiles à calculer a priori »* [Samii, 04].

Le contexte des chaînes logistiques, qui est défini par Christopher [Christopher, 08] comme « *un réseau d'organisations – qui supporte des flux physiques, informationnels et financiers - impliquées par des relations en amont et en aval, dans différents processus et activités, qui fournissent un produit ou un service, dans le but de satisfaire le client* », souligne la complexité des réseaux ainsi constitués, qui entraîne une difficulté de gestion des flux physiques et d'informations depuis les approvisionnements en matières premières jusqu'à la mise à disposition des produits finis aux clients sur le lieu d'achat ou de consommation. Les données concernant ces flux sont parfois imprécises, souvent incertaines, et évoluent durant le cycle de vie de la chaîne [Cachon, 2004] [Stadler, 08].

Swaminathan et al. [Swaminathan et al. 98] proposent une autre définition des chaînes logistiques : « *une chaîne logistique se définit comme un réseau d'entités d'affaires autonomes ou semi-autonomes, responsables collectivement des activités d'acquisition, de fabrication et de distribution associée d'un produit ou d'une famille de produits* ». Cette définition a été à la base de notre réflexion, dans la continuité des modèles que nous avons proposés dans le cadre de l'étude des organisations productives, qui consistait à s'appuyer sur des modèles issus de l'intelligence artificielle distribuée, et en particulier les systèmes multi-agents pour concevoir des modèles de simulation permettant d'étudier la dynamique des entreprises en réseau et leurs interactions.

En effet, une des principales problématiques dans la mise en place de changements organisationnels inhérents à une logique d'entreprises en réseau, est la notion de collaboration et d'intégration dans la prise de décision des préoccupations de ses partenaires. Un des freins majeurs à la mise en place de méthodes et outils collaboratifs liés à la gestion de la chaîne logistique est l'échange et le partage d'information, pas uniquement pour des raisons d'infrastructures techniques, mais principalement, pour des raisons de culture d'entreprise (confidentialité des informations, confiance dans ses partenaires, durée de vie des relations,...) et de méthodes collaboratives inter-organisationnelles encore en gestation.

*Par rapport à ces problématiques, nous proposons différentes contributions qui ont été développées de manière chronologique :*

- *la première concerne la définition d'un modèle original de **simulation à base d'agents cognitifs** pour la simulation des organisations productives (thèse Y. Ouzrout et N. Kabachi).*
- *la seconde a consisté à l'élargissement de ce modèle afin de passer d'une logique d'analyse de processus intra-entreprise à une **logique inter-entreprises** dans le cadre des chaînes logistiques. La particularité de ce modèle est qu'il a permis de proposer un modèle de simulation distribuée et proactive afin de traiter de problématiques de prise de décisions (thèses S. Chehbi et E. Nfaoui).*
- *Enfin, une dernière contribution sur cette thématique, a consisté à analyser les **relations de confiance** dans les chaînes logistiques, et à proposer un modèle de simulation afin d'évaluer l'impact de la confiance sur la performance globale des acteurs de relations inter-organisationnelles (Projet COPILOTES 2).*

---

## 2.2 D'un modèle de simulation pour les organisations productives...

---

### 2.2.1 Contexte et objectifs

Au-delà des processus de transformation et de la gestion des ressources, l'entreprise d'aujourd'hui doit être considérée comme le siège de comportements humains. Ces comportements incluant des phénomènes d'exécution simple, de motivation, et de prise de décisions basées sur des rationalités et des intentions. Ce nouveau paradigme, qui a placé l'entreprise dans une dynamique d'évolution permanente centrée autour des processus décisionnels, appelle un profond renouvellement des méthodes d'analyse, de compréhension et d'évaluation de l'entreprise en tant qu'entreprise basée sur les compétences [Burlat, 96].

Le principe qui a guidé notre choix de construction d'un modèle dynamique de représentation des organisations est lié à la volonté de valider les théories organisationnelles (réactivité, autonomie,...) par le biais d'un modèle de simulation qui permette d'en observer les comportements. La simulation est l'une des méthodes les plus adaptées pour résoudre les problèmes posés par l'évaluation des performances de systèmes complexes (problèmes de synchronisation, étude de comportements transitoires,...). Elle consiste à faire évoluer un modèle d'un système réel au cours du temps afin d'aider à comprendre le fonctionnement et le comportement de ce système et à appréhender certaines de ses caractéristiques dynamiques, dans l'objectif d'évaluer différentes décisions [Ouzrout, 96].

La modélisation, et plus particulièrement la conceptualisation du problème, est l'étape la plus importante d'un processus de simulation. La difficulté est de traduire un problème qui s'exprime en termes réels et concrets, au moyen d'un vocabulaire industriel, en un modèle constitué de primitives relativement abstraites. Julien François fait dans sa thèse de doctorat [François, 07] une comparaison des modèles analytiques et des modèles de simulation. Les modèles analytiques permettent de décrire un système par un ensemble d'équations régissant son fonctionnement. Ils peuvent être déterministes (tous les paramètres du modèle sont réputés connus) ou stochastiques (certains paramètres sont incertains et suivent une loi de probabilité). Ces modèles sont généralement associés à un problème d'optimisation à un ou plusieurs critères, ils correspondent à ce que Ganeshan et al. [Ganeshan et al. 98] appellent des modèles quantitatifs. D'autres travaux ont été menés sur ce sujet [Thomas et Griffin 96] [Beamon, 98] qui distinguent quatre grandes catégories de modèles utilisés dans le cadre de la modélisation des chaînes logistiques, à savoir, les modèles analytiques déterministes, les modèles analytiques stochastiques, les modèles économiques (théorie des jeux,...), et les modèles de simulation.

Pierre Castagna dans son mémoire d'HDR [Castagna, 04] précise que la simulation consiste à construire un modèle d'un système réel et à conduire des expériences sur ce modèle afin de comprendre le comportement de ce système et d'en améliorer les performances. Les modèles de simulation sont généralement utilisés lorsqu'il est difficile de trouver une relation (une équation) entre différentes variables et ne pouvant donc généralement pas se mettre sous la forme d'un modèle analytique. Maria [Maria, 97] distingue un autre critère pour le classement des modèles : la prise en compte du temps. Il y a deux types de modèles : les modèles statiques dans lesquels le temps n'est pas pris en compte, et les modèles dynamiques.

Les modèles de simulation sont en définitive des modèles à la fois stochastiques et dynamiques. Huang et al. [Huang et al. 03] précisent que le choix du modèle, compte tenu de

ses hypothèses de validité, détermine directement le type de problème et de structure que l'on peut étudier. Il rappelle aussi que, pour qu'un modèle analytique (déterministe ou stochastique) soit viable, il doit être relativement simple, c'est-à-dire qu'il faut faire un certain nombre d'hypothèses et de simplifications.

Nous avons également étudié les différents types de simulation et la manière dont ils sont utilisés pour la modélisation et la simulation des systèmes de production [Ouzrout, 96]:

- *La simulation à événements discrets (SED)* : dans ce type de simulation, les variables d'état que l'on désire connaître à tout instant sont discrètes. L'ensemble des valeurs que ces variables peuvent prendre constitue l'*espace d'état* du système dans lequel chaque changement d'état ou *événement* se produit à des *dates d'événement*. Pour que la simulation soit possible, il faut être capable de décrire ces changements d'état par des *algorithmes*, et de définir pour chaque événement des contraintes de précédence entre les activités.
- *L'approche par cycle d'activités* : au lieu de répertorier des événements on répertorie des types d'activités. La logique de changements d'état est définie en précisant les conditions nécessaires au début et à la fin d'une activité. A chaque pas de temps on teste, pour chaque activité, si les conditions nécessaires à son début ou à sa fin sont remplies.
- *Approche par processus* : dans cette approche, la logique de changements d'état est relative à une séquence d'événements prédéterminés ou processus. Cette approche combine la simplicité de la description de l'approche par cycle d'activités et l'efficacité de l'approche par événements. La plupart des outils de simulation (*ARENA, WITNESS...*) proposent des processus préprogrammés sous forme de primitives standards facilitant la modélisation.
- *Approche par objet* : l'approche par objet consiste à modéliser le système par un ensemble d'objets qui interagissent entre eux par envoi de messages ; elle est basée essentiellement sur la notion de processus. Le modèle simulé est décrit comme un ensemble de processus progressant en parallèle, chacun d'eux représentant un objet actif qui évolue dans le temps.

L'une des originalités des travaux que j'ai développés dans le cadre de ma thèse de doctorat a consisté à proposer un concept de modélisation et de simulation, encore très peu utilisé à l'époque, qui est le concept de *simulation par Agent*. Cette approche vise à représenter un système complexe comme composé d'entités autonomes, des agents, qui interagissent entre elles. L'intérêt de ce type de modélisation étant de représenter les entités d'un système de production sous la forme d'agents intelligents et de modéliser de manière pertinente leur comportement ainsi que les processus décisionnels qui les animent.

J'ai donc proposé un modèle de simulation basé sur une approche à événements discrets pour les flux physiques et sur un système multi-agents pour les parties organisationnelle et décisionnelle. Ce modèle, Méta<sup>2</sup>, a été l'un des premiers proposés pour le pilotage et l'aide à la décision utilisant des agents au niveau de son architecture informatique. L'objectif de ces travaux était de rapprocher la structure décisionnelle et le flux physique de production afin de répondre au besoin d'amélioration de la réactivité des systèmes de production face aux perturbations de leur environnement. Des espaces d'autonomie de décision sont créés le long du flux de façon à réagir au plus vite aux aléas.

Dans la continuité de ces travaux, une autre dimension a ensuite été développée, dans le cadre de la thèse de Nadia Kabachi [Kabachi, 99], dont l'objectif était de faire évoluer le modèle Méta<sup>2</sup> et d'intégrer dans les *Agents Cognitifs* des capacités d'apprentissage à partir des expériences et des cas industriels passés.

## 2.2.2 META<sup>2</sup> : une architecture multi-agents pour la simulation des processus décisionnels

Pour construire un modèle descriptif pour les organisations productives, nous nous sommes basés sur une méthodologie d'analyse des systèmes mise au point par J. Mélése [Mélése, 91] et sur les concepts de rationalités dans les prises de décision proposés par Van Gigch [Gigch, 91]. La hiérarchie organisationnelle est représentée comme un emboîtement en niveaux successifs d'intégration de modules possédant un certain degré d'autonomie, dans lesquels les phénomènes d'orientation des comportements sont modélisés par le biais de rationalités.

Deux types de rationalités coexistent au sein des structures décisionnelles de l'entreprise : une rationalité structurelle qui se réfère à la question de savoir quel type de décision doit être prise, comment, quand et par qui ; une rationalité évaluative qui s'intéresse aux objectifs visés par les décideurs, ainsi qu'aux critères d'évaluation des résultats. Ces concepts constituent la base du modèle de représentation des organisations proposé.

L'originalité principale de ce modèle est la décomposition modulaire des éléments le constituant. Le principe est de représenter une organisation par deux éléments principaux : les « centres de décisions » et les « centres d'activités » [Ouzrout, 96] [Burlat, 96]. Un centre de décision est un module qui oriente l'action d'un centre d'activités. Il possède des intentions propres qui vont intervenir dans son comportement, un espace de connaissances, et un système inférant qui émet des décisions et des rationalités pour le centre d'activités à partir de rationalités de niveau supérieur, de ses intentions propres et de ses connaissances :

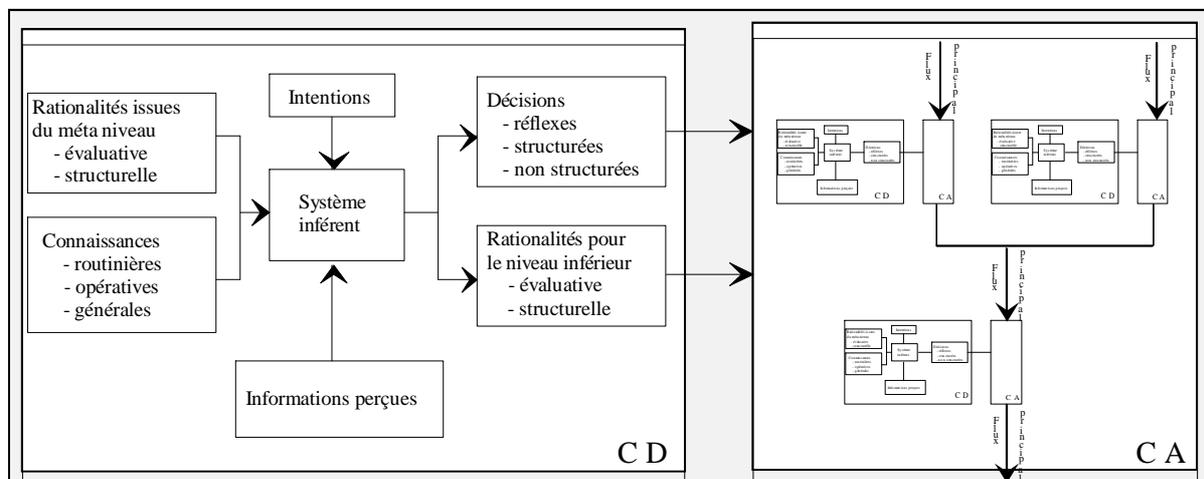


Figure 4. Le modèle systémique de représentation des organisations productives proposé.

Les connaissances représentent l'expertise et le savoir-faire du centre de décision, elles peuvent être structurées en trois niveaux selon la classification issue des travaux de Rasmussen [Hoc, 87] : les *connaissances routinières* qui se manifestent par des actions automatiques en contexte de situations répétitives, les *connaissances opératives* qui sont utilisées en contexte de faibles variations à l'intérieur d'un domaine connu, et les *connaissances générales* utilisées dans le cadre de situations nouvelles ou exceptionnelles. Le centre reçoit donc depuis un méta-niveau des rationalités, qu'il utilise pour structurer sa décision, et envoie au niveau inférieur des rationalités évaluative et structurelle.

Afin de construire le modèle de simulation correspondant, nous avons développé une société d'agents capable de représenter les différents acteurs décisionnels de l'entreprise. Pour définir le concept d'agent, nous avons retenu la définition proposée par Jacques Ferber [Ferber, 95], ou celle de Wooldridge [Wooldridge and Jennings, 95], qui précise que « *le terme agent caractérise un système informatique matériel ou logiciel. Cet agent est autonome, réactif, communiquant et proactif (capable d'apprendre)* ».

Nous avons donc redéfini les « *Centres de Décision* » spécifiés dans le modèle de représentation en agents intelligents, ou « *Agents Cognitifs* », autonomes et interdépendants. Autonomes car ils disposent de degrés de liberté dans leur prise de décision. Interdépendants car ils prennent leurs décisions en partageant une même connaissance de l'entreprise. Pour décrire cette société, nous nous sommes focalisés sur trois axes principaux : l'organisation du système multi-agents, l'architecture d'un agent générique, et les mécanismes de coopération.

Les principales fonctionnalités des agents (cf. figure 5) sont centrées autour d'un module d'exécution qui supervise les différentes capacités cognitives de l'agent, met à jour les connaissances et croyances, et contrôle les interactions avec l'environnement et les autres agents. Le modèle cognitif, « *état mental* », représente la mémoire de l'agent et contient des connaissances sur les « *compétences* » de l'agent, correspondant à une expertise et un savoir-faire propre à l'agent, les « *accointances* », où les acteurs de l'entreprise avec lesquels notre agent est en relation, les « *Intentions et Rationalités* » qui représente à un moment donné, les intentions (suivre les consignes, ne pas coopérer, etc.) et rationalités (objectifs, choix possible dans la prise de décision) de l'agent.

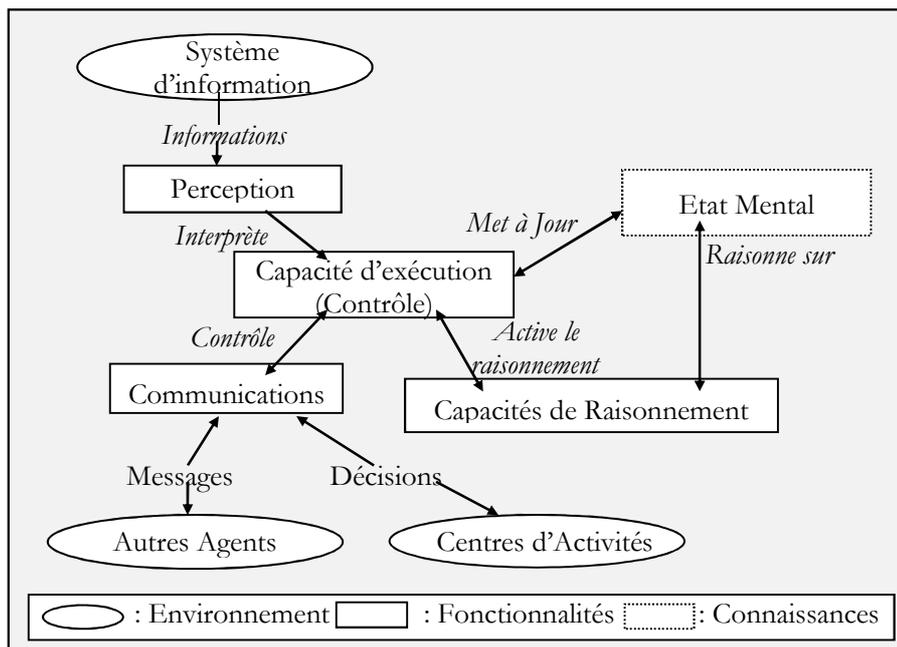


Figure 5. Modèle Fonctionnel d'un Agent Cognitif

Dans le cadre des systèmes de production, la tendance sociale, qui se traduit par la capacité des agents à coopérer et à s'intégrer dans la vie d'un groupe, est fortement liée d'une part à l'organisation de l'entreprise et d'autre part aux degrés de liberté accordés aux acteurs en terme de prise de décision. Par rapport à notre problématique, nous avons défini trois structures organisationnelles afin de modéliser les concepts importants liés à la vision de l'entreprise : *structure organisationnelle hiérarchique*, *structure organisationnelle de dépendance* (relations entre agents de même niveau), et *structure collaborative*.

Ces structures organisationnelles superposées facilitent la spécification des protocoles de coordination et de synchronisation des agents cognitifs [Ouzrout, 96]. Les agents impliqués dans des processus différents sont souvent amenés à interagir pour améliorer leur efficacité, il y a donc obligatoirement des négociations par rapport à leurs rationalités et intentions.

Ce modèle multi-agents a été couplé à un modèle de simulation à événements discrets (développé en *Siman* sous *Arena*) qui a été utilisé pour modéliser et simuler les flux physiques dans l'atelier. L'intérêt de cette intégration était de faire en sorte que les agents jouent le rôle des centres de décisions et pilotent les centres d'activités, représentés dans le modèle de simulation à événements discrets par les différentes ressources utilisées (machines, postes de charge,...). Les agents, en fonction de l'état du système physique, peuvent ainsi interagir et décider ensemble des stratégies à mettre en place.

### **Application : cas d'étude d'une entreprise industrielle**

Pour mettre en œuvre notre modèle sur une situation productive réelle, nous avons opté pour le cas d'une PMI industrielle de la région Rhône-Alpes qui se situe dans notre problématique industrielle : environnement incertain et instable, des délais à réduire, nécessité de réactivité,... Cette entreprise avait un projet productique visant à reconfigurer ses processus principaux dans un objectif d'intégration et de flexibilité.

Nous avons, dans un premier temps, modélisé les différents processus de production de cette entreprise et utilisé le modèle de représentation à base d'agents cognitifs et de centres d'activité pour représenter les processus décisionnels et physiques. A partir de ces modèles, différents scénarii productiques ont été mis en œuvre afin de permettre d'analyser le comportement de l'entreprise avant et après des changements organisationnels stratégiques :

- Un premier scénario relatif à une configuration initiale de l'entreprise : le processus physique est géré par une méthode de gestion de production de type MRP, les tailles de lots sont relativement importantes, ce qui engendre des stocks élevés entre les postes. Les décisions sont déclinées d'un niveau à l'autre de manière hiérarchique. Il y a très peu de latitudes décisionnelles pour les acteurs au niveau de la gestion des ordres de fabrication.
- Le second scénario correspond à une évolution de l'organisation dans laquelle les acteurs décisionnels du niveau opérationnel ont une certaine autonomie de fonctionnement et gèrent les flux matières avec plus de degrés de liberté. La gestion est toujours de type MRP, mais les agents qui pilotent les activités physiques vont négocier auprès des agents administratifs afin de concevoir des listes d'OF en fonction de leurs rationalités (objectifs).
- Le troisième scénario représente une évolution encore plus importante de l'organisation qui va passer d'un système en flux poussé à un système en flux tiré de type juste-à-temps avec mise en place du kanban et des prises de décisions au niveau opérationnel.

Ces trois scénarii ont été simulés dans différentes situations (marché variable). Pour les analyser nous avons mis en place 3 indicateurs de performances : un indicateur physique, le taux de rendement des centres d'activités physiques (temps de production/temps d'utilisation des ressources), un indicateur économique qui correspond aux ventes, et un taux de service client. Les performances de l'organisation ont donc été analysées dans les différents scénarii.

A titre d'exemple, dans le *scénario 1* (aucune autonomie) nous avons observé des rendements physiques moyens et des retards de livraison importants en fonction des tailles de lot définies au niveau des processus administratifs. Dans le même contexte, l'introduction d'autonomie et de mécanismes de collaboration dans la prise de décision (*scénario 3*) a permis de mettre en place une démarche de négociation entre les agents afin de définir une taille de lot satisfaisante.

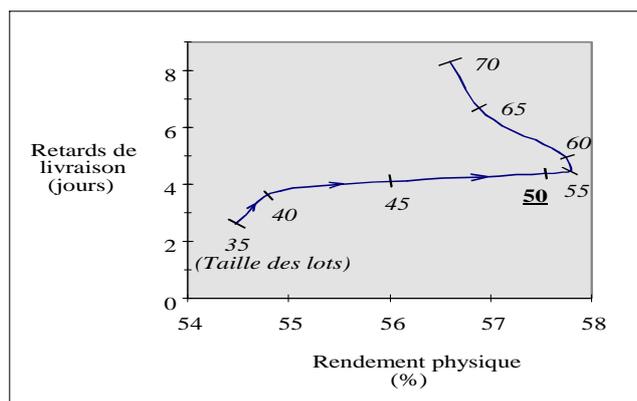


Figure 6. Performances en fonction des tailles de lots

L'observation des résultats (cf. figure 6) indique une convergence vers une taille « optimale » de pièces par lot. La mise en place d'un processus de négociation entre agents a permis d'atteindre plus rapidement qu'auparavant une zone de stabilité satisfaisante face à un type de perturbation extérieure.

La mise en œuvre de notre démarche sur cet exemple d'entreprise industrielle a permis de montrer que la méthodologie proposée est adaptée à la représentation de cas réels de projets stratégiques d'organisations confrontées à l'évolution de leur environnement. Nous avons validé sur ce modèle d'entreprise la capacité des agents à communiquer et à négocier pour améliorer leur efficacité par rapport aux objectifs et aux rationalités qui leur ont été définis.

Cette validation se situe à deux points de vue différents :

- un point de vue implémentatoire dans lequel les concepts d'agents ont permis de représenter et de formaliser les interactions entre agents et entre centres d'activités (au sens de la simulation).
- un point de vue productique duquel émerge l'intérêt de l'intégration des concepts d'intelligence artificielle distribuée dans les modèles de simulation. En effet, la représentation d'une plus grande autonomie des acteurs décisionnels, et de la possibilité pour eux d'agir avec une certaine latitude décisionnelle a permis d'étudier les évolutions en terme de performance de l'organisation.

Les systèmes multi-agents offrent donc une solution à la problématique de modélisation des comportements décisionnels dans les organisations. Chaque acteur qui intervient dans des processus opérationnels est modélisé sous la forme d'un agent. Chaque agent a un point de vue différent et participe à la définition des objectifs et aux performances globales de l'entreprise.

Dans la continuité de ces travaux, une autre dimension a été ensuite développée, dans le cadre de la thèse de Nadia Kabachi [Kabachi, 99], dont l'objectif était de faire évoluer le modèle META<sup>2</sup> et d'intégrer dans nos agents cognitifs des capacités de raisonnement et d'apprentissage à partir des expériences et des cas industriels vécus. Des systèmes de raisonnements à base de cas ont été implémentés dans l'architecture des agents, ce qui a permis à la simulation de donner des retours d'expérience destinés à alimenter des processus d'apprentissage. Ces retours d'expérience ont favorisé l'établissement collectif de programmes organisationnels destinés à guider chaque acteur du changement et ont donné une vision partagée des conséquences de l'action individuelle sur les performances globales.

---

## 2.3 ... à des modèles de simulation pour les chaînes logistiques

---

### 2.3.1 Contexte et objectifs

Simchi-Lévy et al. [Simchi-Levi et al. 00] définissent le Supply Chain Management (SCM) comme « *un jeu d'approches utilisées pour intégrer efficacement les fournisseurs, les producteurs, les entrepôts et les magasins, de manière à ce que les marchandises soient produites et distribuées au bon endroit, au bon moment, en bonne quantité, en bonne qualité, et au meilleur coût possible, afin de minimiser les coûts du système tout en satisfaisant les niveaux de service requis* ». Le SCM implique donc des entités à la fois autonomes mais aussi en forte interaction dans un environnement de plus en plus dynamique et dont la gestion nécessite une coordination minutieuse et une synchronisation parfaite si l'on veut réussir une optimisation de la chaîne logistique globale [Giard et Mendy 06] [Lehoux et al. 08]. Ce qui explique l'émergence de méthodes dites « collaboratives » caractérisant des pratiques de gestion de la chaîne telles que le VMI, le GPA, le CPFR [Barrat, 04].

Dans [Shapiro, 06], Shapiro fait une analyse de l'utilisation des technologies de l'information pour la gestion des chaînes logistiques, il fait la distinction entre les technologies de l'information transactionnelles et analytiques. La première catégorie concerne l'acquisition, le traitement et la communication de données brutes dans la chaîne, ces données proviennent en général des ERP. La seconde catégorie correspond quant à elle aux outils d'aide à la décision, elle implique l'implémentation de deux types de modèles : (i) Les *modèles descriptifs* qui cherchent à améliorer la compréhension des relations entre acteurs, et la prise de décision à partir de modèles de prévisions et de modèles de simulation. (ii) Les *modèles normatifs* qui aident les acteurs à prendre de meilleures décisions tels que les modèles d'optimisation et les modèles de simulation.

C'est ce dernier type de modèles que nous avons décidé de mettre en œuvre. Nous avons tout naturellement envisagé de nous appuyer sur des architectures multi-agents, dans la continuité des travaux réalisés dans le cadre intra-entreprise, pour modéliser et simuler les processus collaboratifs et décisionnels dans les chaînes logistiques. Fox [Fox et al. 96] est l'un des premiers à avoir proposé d'organiser une chaîne logistique comme un réseau d'agents intelligents. Cloutier [Cloutier, 10] précise que le paradigme des agents est une métaphore naturelle des organisations en réseau. Le comportement global de la chaîne résulte des comportements individuels des acteurs qui la composent, qui sont relativement autonomes et qui interagissent entre eux et avec leur environnement. De nombreux travaux se sont donc intéressés à ces problématiques et ont employé des technologies à base d'agents tel que [Parunak, et al, 00], [Chaib-Draa et al. 01] [Kiekintveld, 04] [Brintrup, 10] et [Giannakis et Louis, 11]. Un certain nombre de points ressortent de l'étude de ces travaux :

- Le développement d'applications orientées agents pour les chaînes logistiques reste assez compliqué et couteux en temps. Un certain nombre d'auteurs [Fox et al. 00] [Govindu et Chinnam, 07] ont discuté de l'importance de développer des composants génériques et réutilisables pour les chaînes logistiques.
- La plupart des études ne considèrent pas explicitement les phases d'analyse et de conception d'application *supply chain* à base d'agents (phases essentielles dans le cycle de développement d'applications industrielles) mais se focalisent principalement sur la phase d'implémentation à partir des besoins.

- Il apparaît que les modèles à base d'agents proposés dans la littérature sont plutôt théoriques et non pas toujours de finalité industrielle. En effet, un nombre important de chercheurs ont utilisé les SMA pour simuler la chaîne logistique en vue de tester et d'évaluer des pratiques de collaboration basées en général sur le partage d'informations. Un nombre de prototypes ont été développés, utilisant des langages de programmation ou des plateformes agents (Swarm, JATLite, JADE...).

Il existe également de nombreux travaux de recherche concernant le développement de méthodologies de conception de SMA [Bauer and Müller, 04]. La plupart de ces propositions sont inspirées des résultats du domaine du génie logiciel. Nous pouvons citer à titre d'exemples des méthodes telles que : AUML [Bauer et Odell, 05] qui a pour but d'étendre UML afin de faciliter la conception des agents, GAIA [Wooldridge et al. 00] qui est une méthodologie où le SMA est vu comme une organisation composée de rôles interagissant entre eux. MASE (*Multi-Agent System Engineering*) [DeLoach et al., 01] qui est une méthodologie générique qui considère comme point de départ le contexte initial du système comme un ensemble bien défini d'exigences fonctionnelles et de buts hiérarchisés, et enfin, ALAADIN [Ferber et al., 98] qui est un méta-modèle reposant sur des concepts organisationnels : Agents, Groupes et Rôles (AGR), pris ici comme concepts primitifs de construction du système multi-agents [Amiguet, 03]. D'autres méthodes donnent plus d'importance aux relations et interactions dans les SMA, comme dans VOYELLES [Demazeau, 01], INGENIAS [Pavón, 06] ou MASSIVE [Lind, 01].

Ce type de modélisation est souvent finalisé par une simulation pour mettre en œuvre le modèle développé. C'est dans cette thématique de recherche que nous nous sommes situés afin de proposer des modèles de simulation et d'aide à la décision, pour les entreprises en réseau. Pour cela, nous avons proposé un certain nombre de contributions ; je vais présenter de manière succincte trois d'entre elles :

- MASC : un modèle de simulation multi-agents pour la chaîne logistique
- Des modèles hybrides de simulation et d'optimisation pour les chaînes logistiques
- Un modèle de simulation de la confiance dans les relations inter-organisationnelles

### **2.3.2 MASC : un modèle de simulation Agent pour la Supply Chain**

Notre première contribution concerne la définition d'un modèle, appelé MASC (*Multi-Agent for Supply Chain*), basé sur des mécanismes de coordination décentralisés implémentés dans des agents dotés de capacité de communication et de raisonnement leur permettant de prendre des décisions de manière collaborative.

Notre travail de recherche a consisté, dans premier temps, à définir une approche de modélisation générique pour les chaînes logistiques (thèses de Chehbi [TH6-2007] et de Nfaoui [TH3-2008]) et à spécifier les agents de manière à disposer d'une architecture de composants réutilisables. Ainsi, nous avons proposé un modèle générique multi-niveau (cf. figure 7) qui délimite clairement la chaîne à modéliser.

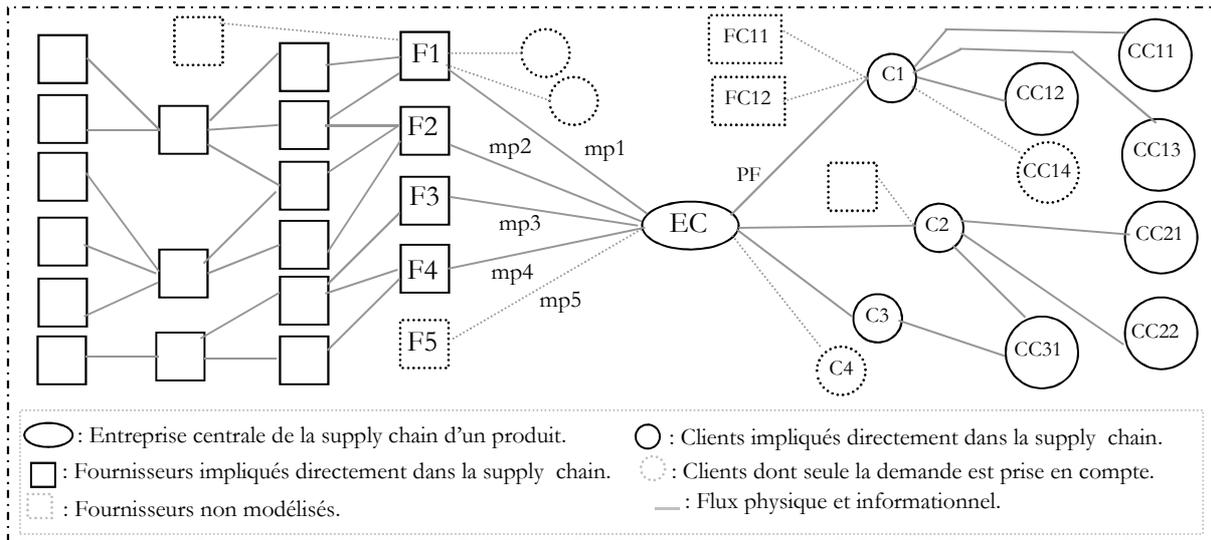


Figure 7. Structure de la chaîne logistique à modéliser

Pour représenter les fonctions principales de l'entreprise, tenir compte des processus pilotes dans la chaîne et prendre en considération son environnement, chaque entreprise est modélisée par sept agents : *AgentPRC* qui joue le rôle du processus client, *AgentDis* qui gère le stock de distribution, *AgentPro* qui joue le rôle du processus de production, *AgentApp* qui gère les approvisionnements, *AgentAch* qui gère le processus achat, *AgentSCM* qui joue le rôle du *Supply Chain Manager*, et l'agent *AgentPer* qui permet des modéliser les aléas inhérents à ce type de système.

Pour identifier le nombre d'agents et leurs rôles, nous nous sommes basés sur le niveau 1 du modèle SCOR (*Supply Chain Operations Reference model*) [SCOR, 08]. Ce niveau permet, sur la base des fonctions élémentaires (approvisionner, faire, délivrer, planifier et retour), de modéliser le périmètre de la chaîne logistique que l'on souhaite étudier. Sur ces bases, nous avons construit le modèle MASC constitué d'agents cognitifs de type BDI (*Beliefs, Desires, Intentions*) [Rao and Georgeff, 1995], distribués dans une organisation AGR (*Agent, Groupe, Rôle*) [Amiguet, 03] (cf. figure 8) et réifiant quatre rôles : Client, Fournisseur, Négociateur et Producteur. Ces agents appelés « *Agents-Acteurs* » modélisent les acteurs décisionnels de la chaîne.

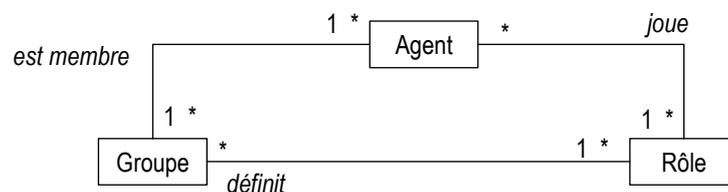


Figure 8. Les notions centrales d'une organisation AGR [Amiguet 03]

Pour spécifier et concevoir ces différents agents, nous nous sommes appuyés sur les travaux de Huget [Huget, 02a] [Bauer et Odell, 05] qui a proposé une extension des diagrammes de classes UML, Agent UML, afin de prendre en compte les caractéristiques propres aux agents. AUML permet de représenter plusieurs niveaux d'abstraction lors de la conception des diagrammes de classes (cf. figures 9a et 9b).

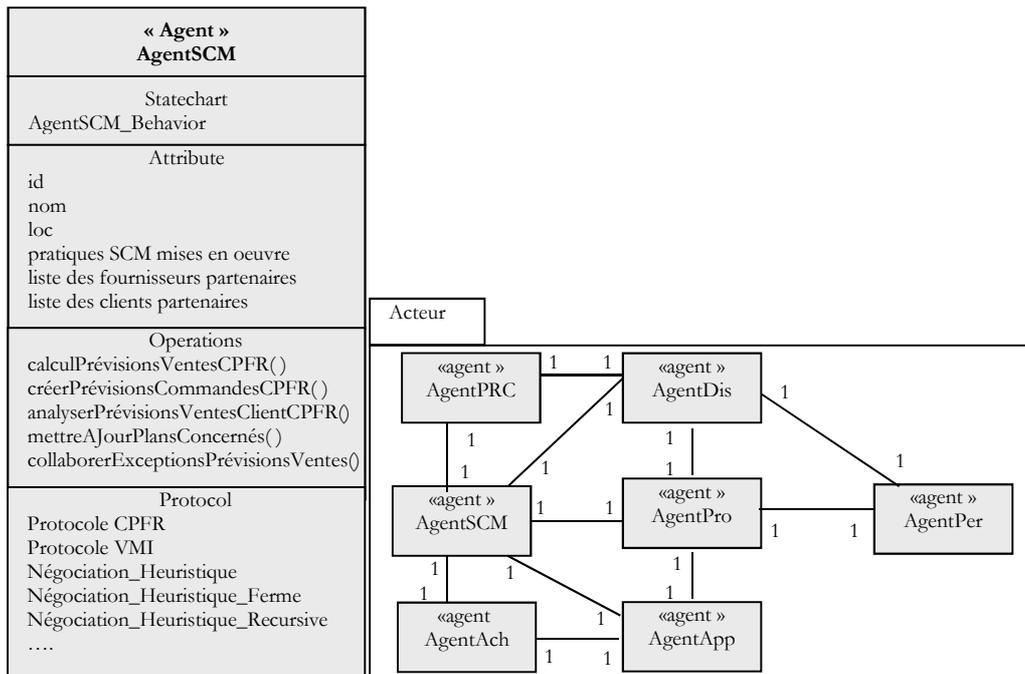


Figure 9. (a) Diagramme d'implémentation *AgentSCM* (b) Diagramme de classes

Afin de représenter les processus décisionnels des acteurs de la chaîne logistique, nous avons implémenté dans les comportements des agents quatre types de mécanisme de prise de décision :

- *Décision par stratégie* : l'agent-acteur agit selon une stratégie d'optimisation choisie, i.e. choix d'actions ou de méthodes qui optimisent des fonctions prédéfinies. Par exemple, nous avons implémenté des méthodes de gestion de production, d'ordonnancement, de gestion de stock,... avec des fonctions objectifs.
- *Décision par calcul des coûts* : nous avons proposé de modéliser les *calculs de coûts* par un rôle spécifique, qui permet de calculer les différents coûts liés aux flux et processus de la chaîne logistique. Nous avons utilisé ce type de comportement dans des cas de dimensionnement de chaînes. L'agent utilise ce rôle prédéfini afin de recueillir auprès des autres agents les informations nécessaires, et de prendre en considération les contraintes (capacités de stockage, distances...) pour minimiser le coût global de la chaîne. Nous avons implémenté dans ce rôle un modèle de programmation linéaire sous contraintes.
- *Décision par théorie des jeux* : afin de tester certaines prises de décisions collaboratives nous avons utilisé les principes de la théorie des jeux (recherche de solutions par l'atteinte d'équilibres économiques, et en particulier, l'équilibre de Nash). Notre objectif a été d'implémenter dans les agents des protocoles et mécanismes permettant de mettre en œuvre ce type d'interactions.
- *Décision par négociation* : la négociation est considérée comme un cas particulier des approches d'interactions non fondées sur la rationalité complète. Nous avons intégré dans notre modèle des protocoles de négociation permettant aux agents de prendre des décisions collectivement. Nous avons donc défini un rôle spécifique de  *négociateur*.

La négociation est le mécanisme par lequel les agents tentent d'arriver à un accord. Dans le cas des SMA, « *la négociation est une composante de base de l'interaction car les agents sont autonomes* » [Jenning & al. 01] ; il n'y a pas de solution imposée à l'avance et les agents doivent arriver à trouver des solutions dynamiquement pendant la résolution de problèmes.

Pour modéliser la négociation entre les agents composant notre système, nous avons pris en compte les aspects suivants :

- *L'objet de la négociation* : un objet abstrait qui comprend les attributs sur lesquels on veut négocier. Dans notre système, plusieurs objets sont sujets à négociation en fonction des situations : la commande, les livraisons, les prévisions, les commandes urgentes,...
- *Le processus de décision* : Ce processus définit la stratégie de négociation qui permet de déterminer quelle primitive de négociation l'agent doit sélectionner en fonction de l'action à mener.
- *Le langage de communication* : le langage utilisé par les agents pour échanger des informations pendant la négociation. Dans un contexte de chaînes logistiques, les agents partagent non seulement des informations mais aussi leurs états mentaux (croyances, désirs et intentions). Nous avons choisi pour cela le langage normalisé FIPA-ACL [FIPA, 07].
- *Le protocole de négociation* : l'ensemble des règles qui régissent la négociation, les participants, les propositions faites par les participants, les états de la négociation, ainsi que les règles permettant de déterminer quand on est arrivé à un accord ou pas.

En plus des protocoles de communication standards définis dans FIPA (*FIPA-request*, *FIPA-request-When*, *FIPA-Query*,...) nous avons défini un ensemble de protocoles de négociation propres à la chaîne logistique, des protocoles correspondant aux méthodes et pratiques utilisées dans le SCM (CPFR, VMI,...) et des protocoles de négociation heuristique correspondant à la négociation d'une commande urgente ou à la gestion d'aléas. Concernant la négociation heuristique, nous nous sommes inspirés des travaux de Florea [Florea, 02] pour proposer un protocole adapté à notre cas (figures 10 (a) et (b)). Dans ce protocole plusieurs propositions et contre-propositions peuvent être échangées dans les différentes étapes.

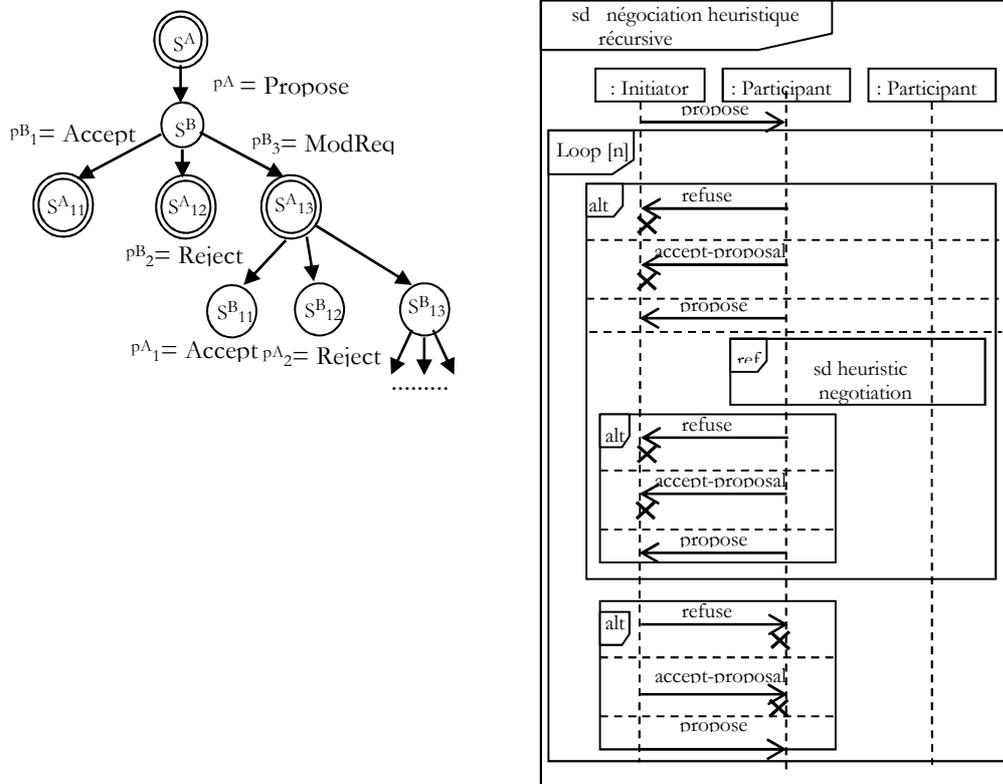


Figure 10. (a) Protocole de négociation heuristique classique  
(b) Protocole de négociation heuristique récursive

De la même manière, nous avons développé un autre protocole de négociation concernant le CPFAR qui est un processus collaboratif mis en place entre les acteurs de la chaîne. Il s'agit d'une méthode de gestion globale des relations clients/fournisseurs, au même titre que le VMI (*Vendor Managed Inventory*) et le CRP (*Continuous Replenishment Program*) [Simchi-Levi et al. 00]. La description de ces protocoles de négociation entre un fournisseur et un distributeur est détaillée dans la thèse de Nfaoui [TH3-2008].

En plus des protocoles de négociations, nous avons également spécifié les comportements des agents qui passent d'un état donné à un autre en fonction des actions se produisant dans leur environnement ou en fonction des messages reçus. Le diagramme d'états de la figure suivante (figure 11) illustre le comportement d'un *AgentDis* dans le cas d'une entreprise de production.

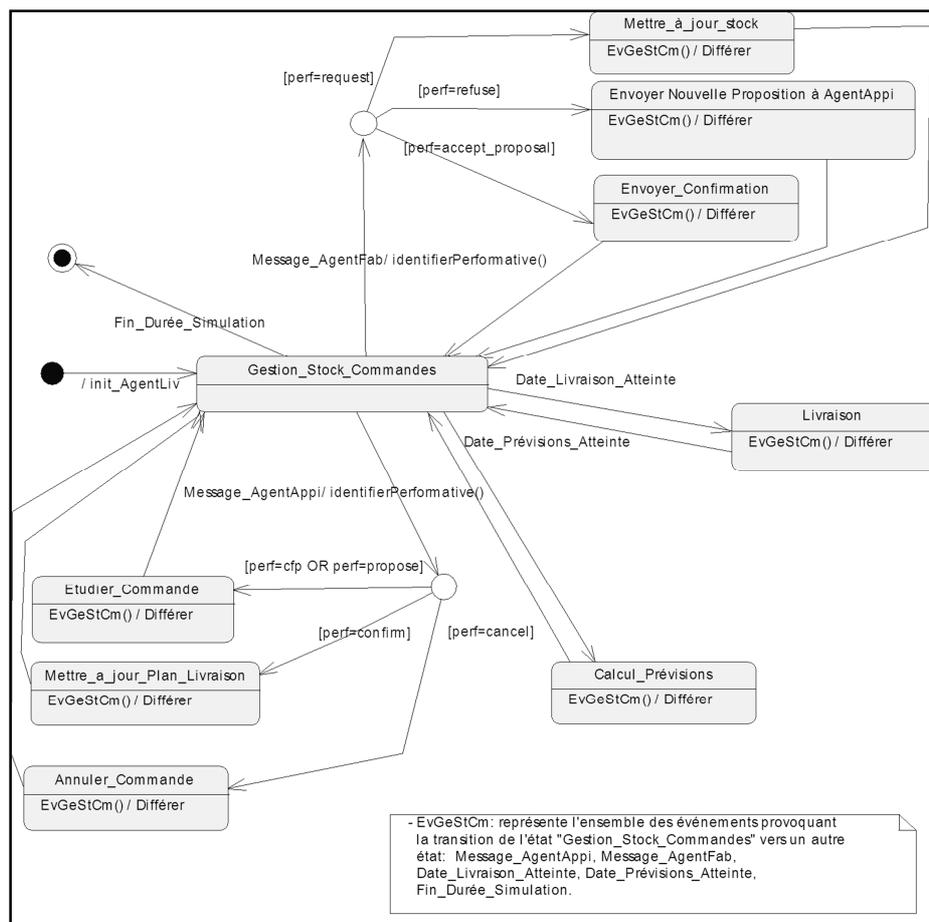


Figure 11. Diagramme d'états-transitions de l'« *AgentDis* » d'une entreprise de production

Afin d'implémenter ces différents types d'agents, et suite à une première étude de différentes plateformes de développement DIMA, MadKit, AgentBuilder, SWARM, et JADE, nous avons retenu la plateforme JADE qui a l'avantage d'être conforme aux standards FIPA et propose des bibliothèques et des protocoles adaptés au développement d'agents cognitifs.

### Applications : Simulateur SIMCO & cas d'études industriels

Plusieurs applications de cette architecture multi-agents ont été développées, aussi bien dans le cadre d'applications industrielles que dans le cadre de projets de recherche.

A titre d'exemple, dans le cadre de la thèse de Samia Chehbi [TH6-2007], nous avons appliqué le modèle MASC pour développer, en collaboration avec d'autres laboratoires, un

simulateur pédagogique (SIMCO), qui a constitué un des livrables du projet de recherche COPILOTES [Copilotes, 06] et a pour principal objectif d'illustrer, sur des scénarii de simulation, l'impact de la collaboration et du partage d'information sur les performances globales de la chaîne logistique.

Ce simulateur a pour ambition d'être un outil pédagogique dédié à la formation et destiné à sensibiliser les apprenants aux concepts du SCM. Pour cela, l'utilisateur peut jouer le rôle d'un acteur d'une chaîne logistique et interagir avec ses entreprises partenaires (simulées par des agents) ou bien, être simplement observateur des négociations qui se déroulent entre agents-acteurs.

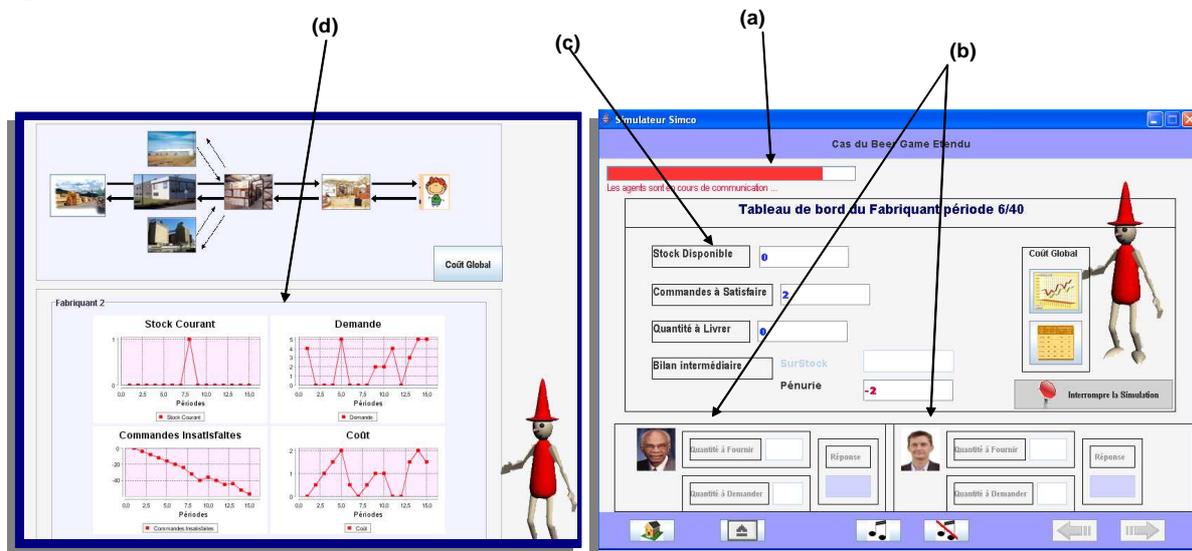


Figure 12. Interfaces du cas « collaboration verticale » intégré dans le simulateur SIMCO. (a) barre de progression des négociations entre agents. (b) panneaux représentatifs des deux négociateurs avec l'utilisateur. (c) paramètres de stocks du joueur négociateur. (d) graphes de l'évolution des paramètres durant le jeu.

Le simulateur réalisé étudie différents axes de la collaboration à travers quatre cas d'études :

- la collaboration par propagation de contraintes, « *collaboration horizontale* », entre agent-acteurs : ce cas traite du problème de l'amplification de la demande (*Bullwhip effect*).
- la collaboration par négociation monocritère, ou « *collaboration verticale* » : le cas d'étude traité concerne le *transshipment* inter-entreprises et multi-sites.
- la collaboration par négociation multicritères : ce cas simule des négociations dans le cadre de la gestion d'appels d'offre entre un client et ses fournisseurs.
- le dimensionnement : ce cas permet de simuler des situations de reconfiguration de chaînes logistiques, les agents mettant en œuvre des scénarii d'optimisation et de calcul de coût.

Une autre application de notre modèle a concerné une approche d'aide à la décision pour une entreprise dans la cadre d'une collaboration industrielle. La société avec laquelle nous avons travaillé est le Laboratoire LAAP qui est une SARL située en Algérie et qui dépend du groupe Bionatura. LAAP est spécialisée dans l'importation et la distribution de produits pharmaceutiques. C'est une société qui a ses principaux fournisseurs à l'international (Italie, France,...). Deux types de problématiques posées à l'entreprise ont été traités :

- La première était d'évaluer l'impact de la variation des demandes clients sur la gestion des approvisionnements. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les modèles définis dans le cadre du *Beer Game* et du *Beer Game Etendu*, pour valider auprès de l'entreprise le fait

qu'une meilleure collaboration, et partage d'information, avec ses partenaires permettait de réduire de manière importante les niveaux de stock et les coûts induits par ces derniers.

- La deuxième problématique concernait la classification et le choix des fournisseurs. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur un modèle de négociation et d'analyse multicritères, qui nous a permis, à partir de l'analyse des données collectées par les agents, d'appliquer les algorithmes d'optimisation implémentés dans nos agents et de proposer différentes solutions aux responsables afin de décider des meilleurs choix à faire.

### 2.3.3 Des modèles de simulation et d'optimisation

L'architecture multi-agents développée pour modéliser et simuler les processus décisionnels dans les chaînes logistiques a été enrichie de manière à intégrer dans les comportements et rôles des agents des techniques d'analyse mathématiques et d'optimisation nécessaires pour faire en sorte que nos modèles de simulation puissent proposer aux utilisateurs des solutions à des problèmes spécifiques.

La collaboration entre agents-acteurs peut se faire par propagation de contraintes ou par négociation [Moyaux, 04]. Notre modèle MASC supporte ces deux modes. La négociation entre agents-acteurs peut être à critère unique (quantité) ou multiples (prix, distance, qualité, etc.). Ces critères peuvent être aussi bien qualitatifs que quantitatifs. Pour cela, nous avons intégré dans les comportements des agents la possibilité de faire appel à une méthode d'analyse et de classification multicritères : la méthode MACBETH [Bana e Costa et al. 05].

Nous avons utilisé ce type de techniques principalement dans des cas de choix de fournisseurs ou de dimensionnement de chaînes logistiques. A titre d'exemple, nous avons implémenté des rôles permettant de simuler et de proposer des solutions dans le cas du *transshipment* [TH6-2007], qui consiste pour une entreprise à satisfaire des demandes clients à partir d'un ou plusieurs entrepôts de son réseau (transfert de stocks) ou en s'appuyant sur des entreprises concurrentes (*transshipment* inter-entreprises).

De nombreux travaux traitent de ce sujet, Tagaras [Tagaras 99] a abordé le problème dans le cadre de deux sites et d'une structure de coût non identique. Il a utilisé des algorithmes d'optimisation basés sur des heuristiques. Certains chercheurs ont utilisé des méthodes de programmation dynamique stochastique [Robinson 90] [Rudi et al. 01], [Tagaras 99]. D'autres ont modélisé le problème de *transshipment* par des approches distribuées [Abdeljaouad et al. 04] [Ghedira et al, 07] [Tlili et al. 10].

**1<sup>ère</sup> exemple – « cas du transshipment » :** l'objectif de notre contribution est de proposer une approche de modélisation et d'optimisation agents pour la résolution de ce type de problème. Nous avons donc appliqué notre architecture MASC sur un réseau de sites (entrepôts) et nous avons proposé une formalisation du problème général du *transshipment*.

*Soit  $i$  et  $j$  deux sites :*

$Q_{nv_i}$  : Quantité non vendue par le site  $i$ ,  $D_{ns_i}$  : demande insatisfaite par le site  $i$ ,  $S_{ii}$  : Stock Initial au site  $i$  au début de la période  $i$ ,  $D_i$  : Demande émise par les clients du site  $i$ ,  $Ca_i$  : coût unitaire d'achat du site  $i$  depuis le fournisseur,  $Cr_i$  : coût de rupture,  $Cp_i$  : coût de possession,  $Ct_{ij}$  : coût de transfert de  $i$  vers  $j$ , supporté par le site  $j$ ,  $T_{ij}$  : Quantité transférée  $i$  vers  $j$ .

*Principales hypothèses*

La modélisation s'appuie sur les hypothèses suivantes :

$Ca_i + Ct_{ij} \geq Ca_j \dots (1)$  plus intéressant d'acheter directement à ses fournisseurs.

$Ct_{ik} + Ct_{kj} \geq Ct_{ij} \dots$  (2) plus intéressant pour le site  $j$  de se faire transférer directement du site  $i$  plutôt que de passer par un site intermédiaire  $k$ .

$$Cp_i + Cr_j - Ct_{ij} \geq Ca_j - Ca_i \dots \dots \dots (3)$$

$$Ct_{ij} + Cp_j - Cp_i \geq Ca_j - Ca_i \dots \dots \dots (4)$$

$Ct_{ij} + Cr_i - Cr_j \geq Ca_j - Ca_i \dots \dots \dots$  (5) La vérification de ces hypothèses assure que le *transshipment* du site  $i$  vers le site  $j$  est économiquement profitable.

L'hypothèse (3) est pertinente quand le site  $i$  est en surplus et le site  $j$  est en rupture. Le gain généré par le *transshipment* est alors :

$$Cp_i + Cr_j - Ct_{ij} \dots \dots \dots (4)$$

L'hypothèse (4) s'applique quand les sites  $i$  et  $j$  sont tous les deux en surplus. Le coût engendré en cas de *transshipment* est :

$$Ct_{ij} + Cp_j - Cp_i \text{ (resp. } Ct_{ij} + Cr_i - Cr_j \text{)} \dots \dots \dots (5)$$

**Fonction de coût**

Soit  $C(Q)$  le coût total par période des  $n$  sites :

$$C(Q) = \sum_{i=1}^n (Ca_i \cdot Si_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n Ct_{ij} \cdot T_{ij} + Cp_i \cdot Qnv_i + Cr_i \cdot Dns_i) \dots \dots \dots (6)$$

avec  $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$  avec  $i \neq j$

Il est à noter que :

$$Qnv_i = \max(0, Si_i - (D_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n T_{ij})) \dots \dots \dots (7)$$

Où  $Qnv_i$  est la quantité en surplus dans le site : après la satisfaction de la demande de ses clients.  $D_i$  et après le *transshipment* vers d'autres sites ( $\sum T_{ij}$ )  $Cp_i \cdot Qnv_i$  indique le coût total de possession des unités non vendues sur le site  $i$ .

$$Dns_i = \max(0, D_i - (Si_i + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n T_{ji})) \dots \dots \dots (8)$$

où  $Dns_i$  est la quantité manquante sur le site  $i$  après satisfaction partielle ou totale de la demande de ses clients ( $D_i$ ), avec la quantité en stock ( $Si_i$ ) et les quantités reçues depuis d'autres sites ( $\sum T_{ji}$ ).  $Cr_i \cdot Dns_i$  indique le coût total des demandes non satisfaites par le site  $i$ .

L'application de notre architecture MASC a permis d'implémenter un réseau d'*agents-acteurs*. Chacun d'eux représente un site appartenant à une entreprise donnée. Il a des relations de *transshipment* avec les autres agents de la chaîne. Une situation de coalition émerge lorsque deux sites négocient une quantité à transférer.

Nous avons réalisé un prototype (cf. figure 13) dans lequel l'utilisateur décide des priorités (commande, livraison,...), observe les situations de coalitions, et analyse les solutions proposées par le système (quantités de produits qu'il doit livrer ou recevoir des autres sites).

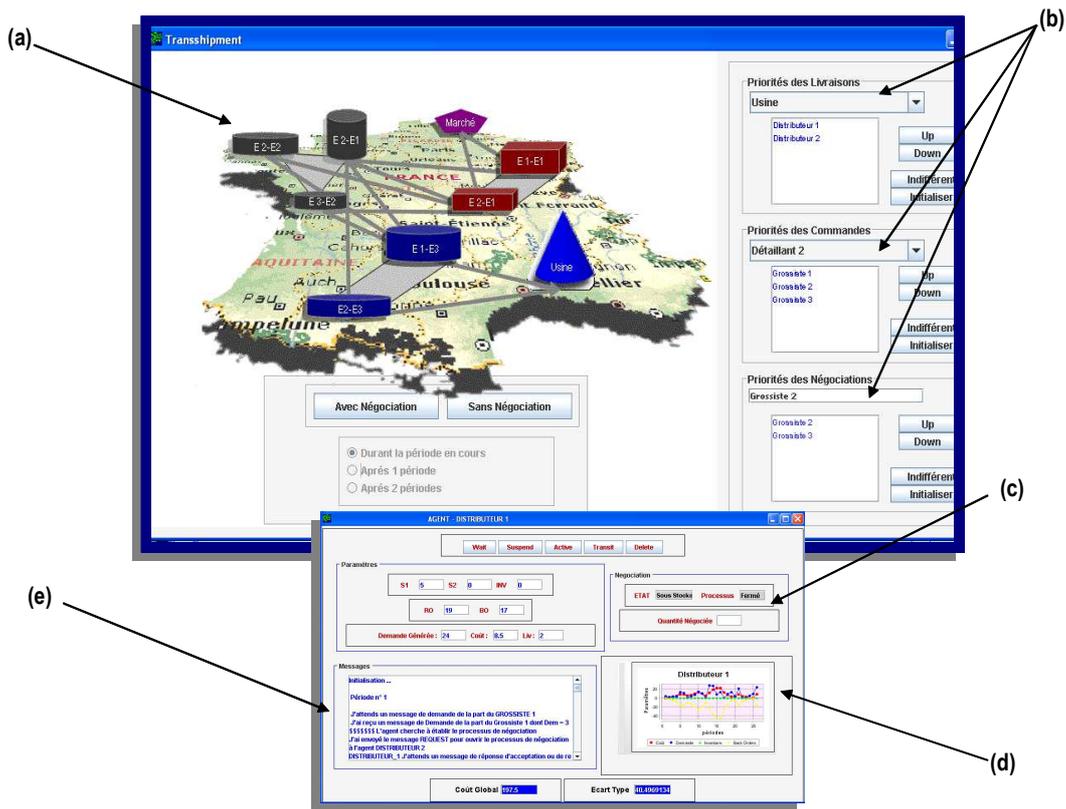


Figure 13. Interfaces de l'application *Agent-Transshipment*.

- (a) la chaîne des entreprises multi sites étudiée
- (b) paramétrage des priorités sur la négociation, la distribution et les commandes.
- (c) panneau de négociation dédié où l'utilisateur doit saisir ses commandes.
- (d) graphe de l'évolution interactive des paramètres.
- (e) défilement des messages des agents lors des négociations

Nous avons modélisé dans les comportements des agents les préférences des acteurs de la chaîne (volonté de collaboration), elles concernent principalement la livraison des produits. Par exemple, concernant l'*Agent-Site 42* :

Soient  $Pref_{42\_Dis1}$ ,  $Pref_{42\_Dis2}$  et  $Pref_{42\_Dis3}$  les préférences de l'*Agent-Site 42* par rapport à ses clients successifs : *Agent-Site 31*, *Agent-Site 32* et *Agent-Site 33*.

Soient  $Coef\_Pref_{42\_Dis1}$ ,  $Coef\_Pref_{42\_Dis2}$  et  $Coef\_Pref_{42\_Dis3}$  les coefficients de préférences de l'*Agent-Site 42* qui se calculent comme suit :

$$Coef\_Pref_{42\_Dis_i} = \frac{(4 - Pref_{42\_Dis_i})}{\sum_{j=1}^3 Pref_{42\_Dis_j}} \quad \text{avec } i = 1, 2, 3. \dots\dots\dots (9)$$

Nous avons appliqué les algorithmes permettant de réifier les rôles de *Client*, *Fournisseur* et de *Négociateur*. Nous avons effectué un certain nombre de simulations avec pour objectif de déterminer les facteurs qui influent sur les négociations et les performances de la chaîne. Nous avons pour cela défini deux scénarii avec des préférences différentes selon les agents. Dans le premier scénario les agents sont neutres et des coalitions se forment en fonction des besoins de chacun des sites, dans le second des préférences ont été définies entre les acteurs, ce qui permet de minimiser le nombre de coalitions qui émergent des négociations entre agents, d'améliorer la pertinence des négociations et de minimiser le coût global de la chaîne.

$$\text{Coût global de la chaîne} : C(Q) = \sum_{i=1}^n (Cp_i \cdot Qnv_i + Cr_i \cdot Dns_i) \quad \text{avec } i=1,2,3,\dots,n \dots \dots \dots (10)$$

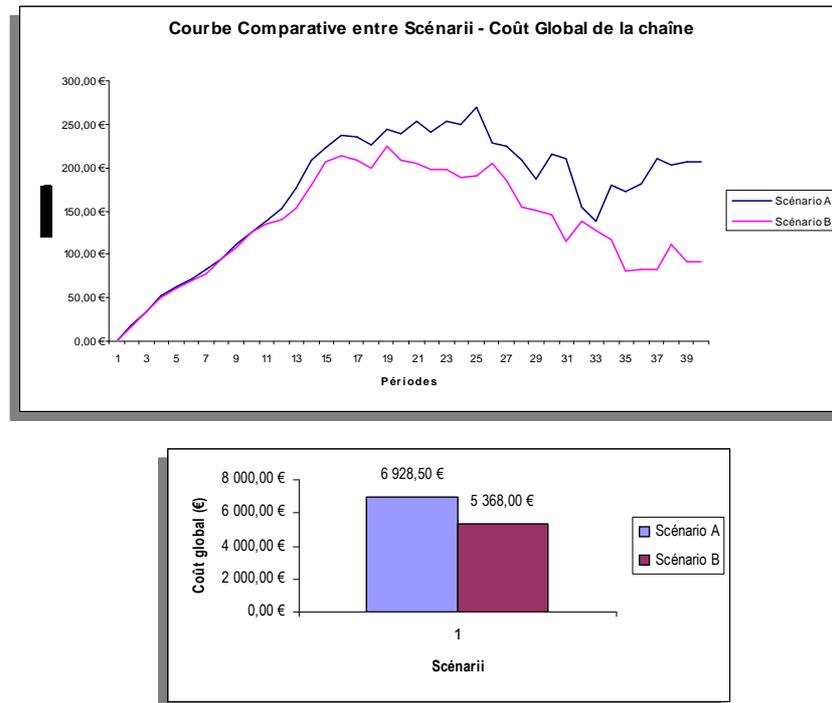


Figure 14. Résultats de simulation des coûts globaux de la chaîne. (Paramètres :  $Cp_i = 0.5$ ,  $Cr_i = 0.5$ , nombre de périodes = 40).

On observe que la définition de préférences sur les commandes, les livraisons et les négociations, permet de favoriser des relations de confiance entre les acteurs et de minimiser le coût global de 22.52 %. Ces résultats ont permis d'illustrer l'impact de la collaboration par négociation sur la performance individuelle des acteurs et globale à la chaîne logistique.

**2<sup>ème</sup> exemple :** nous avons également utilisé le modèle de simulation MASC sur un cas d'étude industriel (société LAAP) concernant l'optimisation du choix des fournisseurs :

Dans le cadre d'un appel d'offre, le client exprime sa volonté d'achat de produits avec une spécification des quantités et des délais. Dans le cas de l'entreprise que nous avons étudiée, la problématique était la suivante :

- Nos fournisseurs ont des contrats les reliant à leur client. Ces contrats obligent ce dernier à passer commande à chacun de ses fournisseurs (mise en concurrence annuelle) ; il peut distribuer les quantités commandées entre les différents fournisseurs.
- Le prix n'est pas l'unique critère pris en compte par le client lors de son choix parmi les offres. La qualité des produits, le service, les qualifications,... sont également analysés.

L'objectif de ce cas était de comprendre les mécanismes d'interactions lors de négociations multicritères intégrant des critères qualitatifs. Nous avons modélisé dans notre simulateur des stratégies décisionnelles collaboratives (protocoles de négociation) et des outils d'aide à la décision multicritères.

Pour cela, nous avons formalisé le problème de la manière suivante :

Nous rappelons que nos agents client et fournisseurs implémentent les rôles de *Client*, *Fournisseur* ainsi que le rôle de *Négociateur*.

Nous supposons que **l'agent-client** possède dans sa base de connaissances un ensemble de critères :  $\{Crit_i\}_{i=1,\dots,nbrCrit}$  avec  $nbrCrit$  le nombre des critères pris en compte.

Cet ensemble comporte deux types de critères

- *Des critères quantitatifs* : principalement le prix d'achat, représenté par une fonction  $P(Q)$  avec  $Q$  pour la quantité commandée.
- *Des critères qualitatifs* : représentant les critères spécifiques permettant de qualifier les fournisseurs. Nous avons retenu les critères suivants :
  - *Qualité du produit (Qlt\_Produit)* : la marque et la qualité du produit.
  - *Qualité du service de vente (Qlt\_Service)* : modalités de vente, respects des procédures...
  - *Qualité du service après-vente (Qlt\_SAV)* : les services qui peuvent être offerts après la vente d'un produit : maintenance, garantie, suivi de l'évolution du produit vendu.
  - *Réputation sur le marché (Qlt\_REP)* : ce critère caractérise le fournisseur.

Les **agents-fournisseurs**, de leur côté, doivent minimiser leur fonction de coût, cette dernière est composée du :

- coût de transport :  $Ct(Q)$ .
- coût d'acquisition :  $Ca(Q)$ . Ce coût inclut le coût de production, dans le cas où le fournisseur est producteur, ainsi que le coût d'achat des matières, et d'autres frais qui découlent de la transformation, l'acquisition et la distribution du produit (les frais du personnel, des locaux, les frais administratifs, etc.).

Les étapes suivantes résument le déroulement des négociations entre les agents.

*a. L'Agent-Client* doit déterminer ses préférences par rapport aux critères quantitatifs et qualitatifs : *i.e* un client peut préférer acheter un produit de bonne qualité quel que soit le prix d'achat, dans d'autres cas, il est limité par le budget.

Soit  $Pref_j$  : la préférence du client sur le critère  $j$ .

$$Pref_i \in \{1,2,3,4,5\} \dots \dots \dots (1)$$

*b. L'Agent-Client* envoie son appel d'offre à chaque *Agent-Fournisseur*.

*c. A* la réception du message, chacun des *Agents-Fournisseurs* calcule la solution admissible  $Q\_Admissible$ . Il s'agit de la quantité de produit qui minimise principalement ses coûts de transport et d'acquisition.

*d. Chaque Agent-Fournisseur* envoie la solution admissible calculée à l'*Agent-Client*.

*e. A* la réception des solutions admissibles, *l'Agent-Client* teste la satisfaction de la condition d'atteinte de la quantité globale commandée ( $QteGlobale$ ) :

$$\sum_{i=1}^3 Q\_Admissible_i = QteGlobale \dots \dots \dots (2)$$

*Algorithme de calcul de la quantité admissible :  $Q\_Admissible$*

Concernant l'évaluation des critères qualitatifs nous avons eu recours à une méthode de quantification et de classification, la méthode MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique*) [Bana e Costa et al. 05], qui est une méthode d'aide à la décision qui permet l'évaluation d'options compte tenu de critères multiples. Cela nous a permis de définir des « poids » pour chacun des critères qualitatifs définis par le

responsable de l'appel d'offre. Il indique ses préférences pour chacun des critères, ( $QLT\_Service$ ,  $QLT\_Produit$ ,...). L'algorithme, associé à la méthode, analyse les différents critères et génère un coefficient de préférence pour chacun d'entre eux ( $Pref\_Crit_j$ ).

a) Calcul des poids des critères ( $Poid\_Crit_j$ ). Il s'agit des poids qui pondèrent les critères, ils prennent des valeurs inverses aux préférences des critères :

$$Poids\_Crit_j = \frac{(6 - Pref\_Crit_j)}{\sum_{i=1}^5 Pref\_Crit_i} \dots\dots\dots (3)$$

b) Calcul des points distances ( $Point\_Dis_k$ ) : un point distance représente un point multidimensionnel (dimension égale au nombre des critères) :

$$point\_Dist = (poids\_Crit_1 * P(Q), poids\_Crit_2 * Qlt\_Service, poids\_Crit_3 * Qlt\_Produit, poids\_Crit_4 * SAV, poids\_Crit_5 * REP, poids\_Crit_6 * (Ct(Q) + Ca(Q)) \dots\dots\dots (4)$$

c) Calcul des distances euclidiennes des points distances

$$Dist = \sqrt{poids\_Crit_1^2 * P(Q)^2 + poids\_Crit_2^2 * Qlt\_Service^2 + poids\_Crit_3^2 * Qlt\_Produit^2 + poids\_Crit_4^2 * SAV^2 + poids\_Crit_5^2 * REP^2 + poids\_Crit_6^2 * (Ct(Q) + Ca(Q))^2} \dots\dots\dots (5)$$

d) Calcul de la solution admissible :  $Q\_Admissible$  : quantité liée à la distance minimale

$$Q\_Admissible = [Min(Dist)]^{-1} \dots\dots\dots (6)$$

Si la condition est remplie l'agent met fin au processus de négociation, sinon, il demande à ses fournisseurs de recalculer une autre solution admissible.

L'intérêt de cette contribution est qu'elle a permis d'apporter une solution d'aide à la décision dans le choix des fournisseurs. Cette solution s'appuie sur une analyse multicritères intégrant les préférences du décideur. L'utilisation des agents a permis principalement de mettre en œuvre des scénarii collaboratifs s'appuyant sur des négociations, et d'illustrer sur des exemples de simulation les différentes solutions d'optimisation proposées.

**3<sup>ème</sup> exemple d'application** : une troisième contribution a concerné la problématique de l'aide à la décision et de l'optimisation dans le cadre de prise de décisions à court terme.

Cet exemple concerne la capacité des entreprises à satisfaire et à fidéliser leurs clients dans le cadre de chaînes logistiques. Doche [Doche et al. 99] précise que, dans certains contextes économiques, l'acquisition d'un nouveau client peut coûter jusqu'à vingt fois plus cher que la fidélisation d'un client existant. Cette contribution vise à proposer des solutions afin d'aider à la prise de décision dans le cadre du **traitement de commandes urgentes et imprévues**.

En effet, devant une situation de planification opérationnelle court terme (par exemple : traitement d'une commande urgente) ou bien une situation de négociation pour modifier une date de livraison en cas d'aléas (problème de production, problème de transport, etc.), le décideur ne dispose que de peu de temps pour faire ses choix. Il doit être capable d'évaluer les conséquences des différentes solutions qui s'offrent à lui dans un délai très court [Lopez et al. 01] [Pinedo et Chao, 99].

Afin de valider l'approche et l'architecture proposées dans le cadre de la thèse de Elhabib Nfaoui, en cotutelle avec l'université de Fez, nous avons modélisé et implémenté nos modèles

d'agents dans le cas d'une entreprise industrielle. Cette entreprise distribue des produits sanitaires et travaille avec quatre fournisseurs principaux, dont deux à l'international. Ses clients sont des grossistes ou des clients finaux, entreprises du BTP, implantés dans différentes régions du Maroc. La problématique posée concerne les commandes non prévues, le distributeur a observé que de 6 à 10 commandes non prévues, urgentes et fermes lui sont passées chaque mois, et qu'en moyenne, 60% de ces commandes ne sont pas satisfaites, 20% sont commandées chez d'autres distributeurs, et les 20% restants sont livrées après renégociation des délais avec les clients.

Supposons qu'un client ait passé une commande urgente caractérisée par :

- une quantité commandée  $OQ$  (*Ordered Quantity*) ne pouvant être livrée totalement ou partiellement à partir du stock disponible,
- une date de livraison  $DT$  (*Delivery Time*) qui fixe directement la durée dont dispose le distributeur pour livrer la commande.

Deux cas sont possibles :

- le distributeur ne dispose d'aucun stock du produit concerné ..... (1)
- il dispose d'une partie de la quantité commandée  $OQ$  et doit compléter le reste ..... (2)

Dans les deux cas, on note :

$$OQ = DisQ + Qr$$

Avec  $DisQ$  : quantité dont dispose le distributeur, soit nulle (1), soit inférieure à  $OQ$  (2).

$Qr$  : la quantité recherchée.

Le problème se résume alors à un problème d'optimisation (proche du problème du *transshipment*) : trouver la quantité  $Qr$  pour satisfaire la commande tout en respectant le délai de livraison  $DT$  et en minimisant les coûts de transport. L'une des pratiques utilisées par l'entreprise consiste à chercher la quantité  $Qr$  chez un ou plusieurs autres grossistes ou distributeurs partenaires. La négociation se déroule généralement par téléphone, ce qui accroît la durée de recherche, et la solution trouvée n'est pas toujours la meilleure économiquement puisque le distributeur se limite à quelques acteurs les plus proches.

Lors de la mise en œuvre de notre architecture, les agents qui négocient la commande sont les agents *AgentSCM* des différents acteurs. Quand une commande non prévue est passée par un client, le décideur demande à l'agent *AgentSCM\_Dis* de chercher la meilleure solution. Pour cela, l'agent interagit avec les autres agents de la *supply chain* afin de recueillir les informations nécessaires, puis exécute un algorithme d'optimisation *Search\_OQ* pour résoudre le problème qui peut être résumé comme suit :

- chercher la quantité de produit  $Qr$  : elle peut être livrée totalement par un seul acteur ou rassemblée en partie chez plusieurs acteurs ;
- classer une série de parcours possibles par ordre croissant du coût de transport (dépendant de la distance et du type de moyen de transport) afin de livrer la quantité de produits  $OQ$  tout en respectant la durée  $DT$  ;
- proposer la quantité  $Qi$  à prendre chez chaque participant faisant partie d'un parcours.

Si aucune solution n'est trouvée, ou si la valeur du  $N_{max}$  (nombre maximal de grossistes impliqués pour rassembler la quantité  $Qr$ ) est atteinte, l'agent interagira avec les agents *AgentSCM\_Disj* des autres distributeurs en leur envoyant des requêtes. Chaque agent applique son propre processus de décision afin de livrer la quantité  $Qr$  et interagit pour cela avec les agents *AgentSCM\_Who* de ses grossistes.

Nous avons donc proposé un algorithme d'optimisation permettant de tenir compte des différentes contraintes (durée, coûts, kilométrage,...) afin de proposer des solutions optimales

au problème posé (le détail du modèle analytique stochastique utilisé est décrit dans la thèse de Nfaoui [TH3-2008]). Le paramétrage de cet algorithme se fait par le biais des informations recueillies dans les systèmes d'informations des différents acteurs par les agents du système et par les résultats de leurs négociations. On dispose d'un distributeur (*Dis*) de produit fini et de ses *n* grossistes (*G1, G2, ..., Gn*) distribués géographiquement.

$$\begin{bmatrix} & G1 & \dots & Gn & Dis \\ G1 & 0 & & Dn1 & Ddis1 \\ \cdot & & 0 & & \\ Gn & & & 0 & \\ Dis & & & & 0 \end{bmatrix}$$

Matrice des distances : Md

$$\begin{bmatrix} & G1 & \dots & Gn & Dis \\ G1 & 0 & & Dun1 & Dudisl \\ \cdot & & 0 & & \\ Gn & & & 0 & \\ Dis & & & & 0 \end{bmatrix}$$

Matrice des durées : Mdu

$$\begin{bmatrix} & G1 & \dots & Gn & Dis \\ G1 & 0 & & Qmn1 & Qmdisl \\ \cdot & & 0 & & \\ Gn & & & 0 & \\ Dis & & & & 0 \end{bmatrix}$$

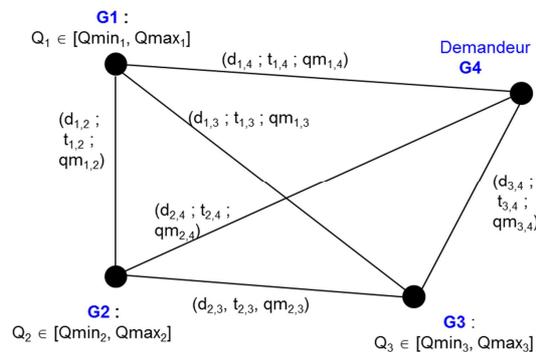
Matrice des quantités minimales : Mqm

Soient :

- *Qr* : Quantité recherchée (commande urgente)
- *Q1max, Q2max, ..., Qnmax* : les quantités maximales pouvant être livrées respectivement par les grossistes *G1, G2, ..., Gn*.
- *Qdis* : Quantité pouvant être livrée par le distributeur ( $< Qr$ ).
- *Dl* : délai de livraison de la quantité recherchée.

Objectifs :

- Sélectionner le ou les grossistes pouvant livrer tout ou partie de la quantité *Qr*
- Proposer les différents choix (parcours) possibles et le coût associé.



Les agents se chargent de la récupération des informations auprès des agents interfaces des différents acteurs. Ils doivent trouver et classer une série de parcours possibles par ordre croissant du coût de transport et des délais. Suite à cela, ils doivent proposer la quantité *Qi* à prendre chez chaque grossiste faisant partie d'un parcours ( $Qi \leq Qr$ ). Un parcours possible doit satisfaire les contraintes suivantes :

$$- DisQ + \sum_1^p Qj = OQ \pm \Delta q$$

Avec :

$p \in [1, n]$  nombre de partenaires

$Qj \in [Qminj, Qmaxj]$  quantités livrables pour le partenaire *j*

$\Delta q$  représente la tolérance en fonction du produit

Nous avons testé notre architecture sur un cas réel de commande urgente que l'entreprise a traité quelques mois auparavant. Au début de la saison basse des ventes chez notre distributeur, le stock d'un produit de haut de gamme d'une marque précise était bas. Un

entrepreneur ayant déjà utilisé une quantité de ce produit pour sa construction d'immeubles (chantier situé dans la ville de Fez) avait besoin d'une quantité complémentaire de ce produit dans un délai très court pour clore son chantier. Cette situation était qualifiée par notre distributeur de situation d'urgence, la commande passée par l'entrepreneur était considérée comme non prévue, urgente et ferme (la commande ne pouvait être ni retardée, ni annulée). Devant cette situation, le distributeur a été obligé de remplacer le produit commandé par des produits équivalents obtenus chez un distributeur concurrent situé dans la ville de Casablanca (à 289 km de la ville de Fez). Même si le coût était très élevé, il était stratégique pour lui de satisfaire la commande de son client afin de le fidéliser.

Dans le but de valider notre système et de tester son efficacité, nous avons repris les données de ce cas et impliqué le distributeur et sept grossistes parmi ces fournisseurs dans une collaboration. Après un recueil des données auprès de ces différents fournisseurs, nous avons lancé la collaboration entre les différents agents, ce qui a permis de trouver 13 solutions réalisables impliquant un nombre de grossistes différents selon les parcours. Suite aux négociations entre agents et à l'exécution de l'algorithme d'optimisation, trois de ces parcours ont été retenus par le décideur.

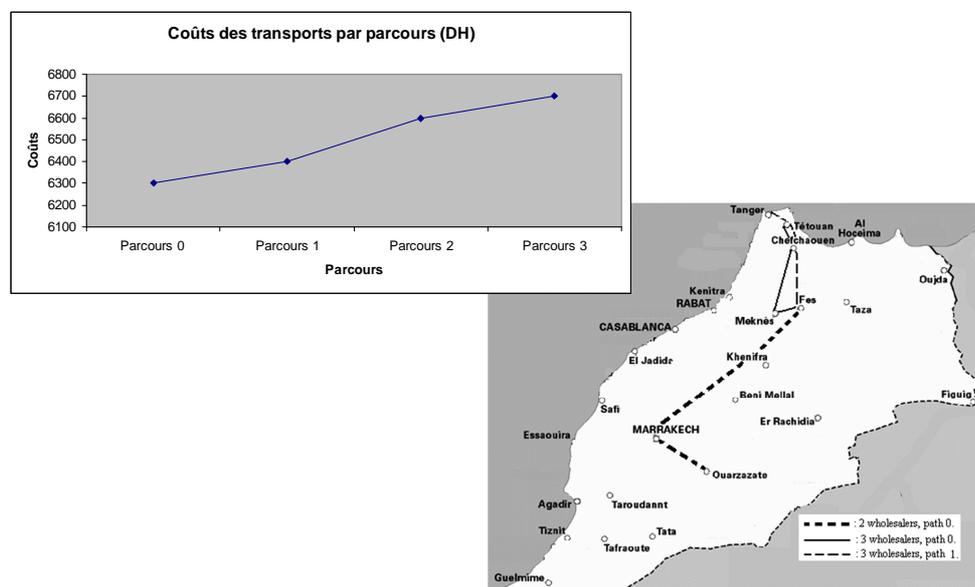


Figure 15. Choix des parcours : solutions d'optimisation.

Ces solutions pour lesquelles les distances, le nombre d'acteurs, et le coût d'achat et de transport sont optimisés, permettent de répondre aux attentes de l'entreprise (satisfaction de la commande du client dans les délais) tout en optimisant les coûts. Ces solutions se sont avérées meilleures que celle qui avait été retenue par le responsable. Ainsi, nous avons démontré qu'en mettant en place un système collaboratif distribué on peut obtenir, de manière réactive, des solutions optimisées réalisables.

### 2.3.4 Un modèle de simulation de la confiance dans les systèmes inter-organisationnels

Comme nous l'avons observé dans la problématique générale de ce mémoire, l'information joue un rôle important dans les divers modes de collaborations inter-organisationnels. Les pratiques d'échange peuvent être différentes selon l'intensité et le type d'information échangée. C'est ainsi qu'une relation peut passer d'une simple relation transactionnelle, avec un échange limité d'informations, à une relation tendant vers la collaboration, selon le

continuum coordination-coopération-collaboration. Si les échanges informationnels sont au départ liés à des problématiques opérationnelles, l'instauration de la confiance et le souhait de développer la relation peut conduire à des échanges de données plus stratégiques.

Ces travaux de recherche ont concerné la publication d'un chapitre de livre autour de la problématique de la confiance dans les chaînes logistiques. Cette contribution est le fruit d'une collaboration entre des équipes SHS et SPI dans le cadre du projet de recherche COPILOTES 2 [Copilotes, 10]. J'ai participé à un groupe de travail dans le cadre de ce projet, le groupe ASSIIO (**A**lignement **S**tratégique et **S**ystème d'**I**nformation **I**nter **O**rganisationnel), dont l'objectif était la caractérisation des systèmes d'informations dans l'alignement stratégique des chaînes logistiques en insistant notamment sur les pratiques des acteurs, la prise en compte des connaissances à travers les référentiels et leur rôle dans l'alignement, les relations entre acteurs et leur caractérisation en terme de confiance.

Je me suis consacré, dans le cadre de ce projet, à l'action ASSIO-3 dont j'ai été le co-animateur avec Olivier Lavastre, Maître de Conférences au laboratoire CERAG (Laboratoire d'Economie/Gestion), à l'étude du facteur « confiance » et de son impact sur l'alignement des SI dans un contexte collaboratif. Cette action a visé à définir un modèle du rôle de la confiance dans l'échange d'information suffisamment formalisé pour être simulable. Elle s'est appuyée fortement sur les travaux respectifs des partenaires SHS et SPI du projet. D'une part, les participants SHS ont apporté des représentations plus ou moins formalisées du lien entre les différents niveaux de confiance et la qualité des échanges et des performances induites. De notre côté, nous avons proposé des modèles de simulation des chaînes logistiques et montré l'intérêt de ces modèles dans l'évaluation de la performance globale. La phase d'état de l'art sur la confiance est le résultat du travail du groupe ASSIO-3, et en particulier des collègues Economistes et Gestionnaires des laboratoires CERAG (Alain Spalanzani, Olivier Lavastre et Ludivine Chaze) et COACTIS (Carinne Dominguez).

En effet, la confiance a largement mobilisé des chercheurs en sociologie, en économie [Williamson, 93], en gestion [Ring et Van de Ven, 94 ; Gulati, 95] mais aussi en marketing relationnel où elle apparaît comme une variable centrale de l'échange dyadique [Anderson et Narus, 90] et dans l'explication de l'orientation sur le long terme des relations inter-firmes [Ganesan, 94]. La confiance est considérée comme une alternative au mécanisme de contrôle dans les relations inter-firmes. Elle peut substituer ou compléter les mécanismes de marché (prix) ou hiérarchiques (autorité) [Bradach et Eccles, 89]. Une fois établie, cette confiance stabilise les relations d'échange qui à leur tour augmentent les chances de son développement [Ring et Van de Ven, 94]. La confiance est alors supposée rendre les relations inter-entreprises plus efficaces en réduisant l'opportunisme et en consolidant la coopération d'une manière qui n'existe pas dans les contrats formels.

Pour Hardy et Philips [Hardy et Philips 98], la confiance inter-entreprises se construit à travers un processus de communication dans lequel le partage de valeurs constitue un fondement pour un comportement non opportuniste. Les habiletés communicationnelles des personnes impliquées dans les **Relations Inter-Organisationnelles (RIO)**, l'intégrité, la sincérité, l'honnêteté, la transparence, la bonne volonté, la prévisibilité, la compétence et l'expertise des partenaires ainsi que le respect de la confidentialité des informations échangées représentent autant de facteur de confiance. [Moorman et al. 93] [Handfield et Bechtel, 02] [Lefaix-Durand et al. 06].

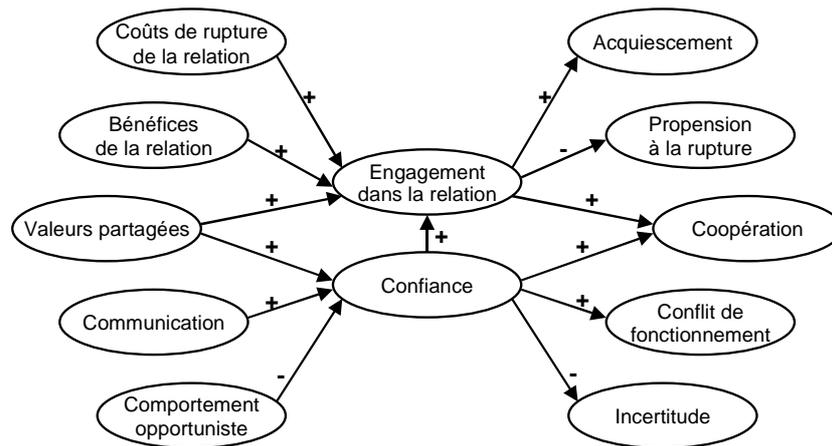


Figure 16. Impact de la confiance sur les relations inter-firmes, *Source : Morgan et Hunt.*

En terme de mesure de la confiance, Sako [Sako, 98] a exploré la relation entre la confiance inter-organisationnelle et la performance sur un échantillon de 1415 fournisseurs du secteur automobile au Japon, aux USA et en Europe. L'auteur a conceptualisé la relation de confiance en trois facettes : *confiance contractuelle* (tout doit être écrit dans le contrat liant les partenaires), *compétence* (utilité des conseils des clients), et *honnêteté (fairness)* (dépendance et comportement d'honnêteté entre les partenaires). Toujours dans le secteur de l'industrie automobile, Bensaou et Venkatraman [Bensaou et Venkatraman 95] ont mesuré la confiance mutuelle entre les constructeurs et les équipementiers par les deux items suivants : *degré de confiance mutuelle* entre les partenaires (mesuré par une échelle de Likert à 7 points allant de « *extrêmement faible* » à « *extrêmement forte* »), et *degré de confort dans le partage d'informations* critiques et sensibles avec le partenaire.

Suite à cette analyse de la littérature, qui nous a permis de déterminer les types de facteurs permettant de mesurer la confiance dans une relation inter-organisationnelle, nous avons décidé de proposer un modèle qui tienne compte des quinze variables de la confiance suivantes : Honnêteté (*Ho*), Crédibilité (*Cr*), Expérience (*Ex*), Compétence (*Co*), Sincérité (*S*), Prévisibilité (*Pr*), Transparence (*T*), Bonne volonté (*Bv*), Engagement (*En*), Respect de la confidentialité des informations échangées (*Rp*), Habileté de communication (*Ha*), Partages de valeurs (*Pv*), Ressemblance (*Rs*), Partage de méthodes de travail (*Pt*), Influence (*I*).

La revue de littérature a permis également d'identifier des niveaux d'importance pour ces différentes variables, en fonction des types de relation inter-organisationnelles étudiées. Afin de modéliser l'importance des variables, nous avons défini une agrégation des 15 variables de la confiance identifiées, et représenter cette agrégation par ce que nous appelons un « *Comportement de Confiance* » (*Cc*). Ce comportement de confiance caractérise la position de chaque acteur de la relation et peut être formalisé de la manière suivante :

$$Cc = (\alpha.Ho + \beta.Cr + \gamma.Ex + \delta.Co + \varepsilon.S + \zeta.Pr + \eta.T + \theta.Bv + \iota.En + \kappa.Rp + \lambda.Ha + \mu.Pv + \nu.Rs + \xi.Pt + o.I) / (\alpha + \beta + \gamma + \delta + \varepsilon + \zeta + \eta + \theta + \iota + \kappa + \lambda + \mu + \nu + \xi + o)$$

On peut observer qu'à chaque variable, ou critère, de la confiance est associé un coefficient qui correspond à l'importance que donne un acteur à ce critère dans la mesure du niveau de confiance qu'il a dans ses partenaires. Dans le cadre de notre étude, nous avons considéré que ces différents coefficients sont identiques, afin de modéliser et simuler des comportements globaux liés à la confiance et ne pas nous focaliser sur chacun de ces critères de manière individuelle. Les comportements de confiance ont été calculés de la manière suivante :

$$Cc = (Ho+Cr+Ex+Co+S+Pr+T+Bv+En+Rp+Ha+Pv+Rs+Pt+I)/15$$

De plus, la littérature reconnaît implicitement que la dimension informelle du climat inter-entreprises est en interaction réciproque avec la mise en place d'infrastructure de partage et d'échange d'information [Hart et Sounders, 97]. Afin de faire le lien entre les comportements de confiance ( $Cc$ ) et les informations échangées, nous avons classé ces comportements de la manière suivante :

- $0 < Cc < 0.5$  : Comportement de non confiance entre les acteurs
- $0.5 \leq Cc < 1.5$  : Comportement de confiance relative entre les acteurs
- $1.5 \leq Cc < 2$  : Comportement de confiance entre les acteurs

De même, nous avons observé qu'il y a une forte corrélation entre "confiance", "nature" et "qualité" de l'information échangée. Pour cela nous avons analysé les types d'informations partagées dans le cadre des chaînes logistiques, leur impact sur la performance globale et leur lien avec les niveaux de confiance. Nous avons ainsi défini les types d'informations qui peuvent être échangées aux différents niveaux d'une chaîne logistique. Nous avons distingué les informations partagées au niveau opérationnel, tactique et stratégique :

*Au niveau stratégique (long terme)*

- méthodes et stratégies de gestion de production, stratégies de gestion de la distribution, plannings et stratégies d'optimisation des transports, prévisions de ventes, stratégies et politiques d'achat et d'approvisionnement,...

*Au niveau tactique (moyen terme)*

- plan d'approvisionnement, gestion des stocks, gestion des transports, planning de production,...

*Au niveau opérationnel (court terme)*

- commandes, factures, bons de livraison, accusés de réception,...

Dans une chaîne logistique, plus la relation est de confiance, plus les informations sur les prévisions et sur la demande du client final sont échangées et partagées tout au long de la chaîne logistique. De même, plus la relation est de confiance, plus les informations sur les niveaux de stocks et sur les prévisions des fournisseurs sont échangées et partagées. Différents niveaux de confiance amènent donc différentes types d'informations partagées :

Decisional level	Example of data shared in SC
Operational	Product (identification, classification, description) Customer Demand Place order with sales data (prices, sales category, brand, currency, tax rate) Order status (Incoming order, Deliver goods, Shipping Delay, Production delay) Outgoing Delivery Incoming Delivery Sales forecast Promotional plans
Tactical - Strategic	Supplier costs Overall costs Lead time Supplier inventory level Final customer sales (at the point of sales) Supply capacity Pricing strategies Forecasting data Market research data Consumer needs

Tableau 1. Type d'information échangée dans les chaînes logistiques [CL1]

De même, il existe différents niveaux de visibilité dans la chaîne (Figure 17) :

- visibilité minimum : **A** dispose d'une visibilité uniquement sur la demande de **B**
- visibilité moyenne : **A** dispose d'une visibilité sur  $N+2$  (**B** et **C** dans le schéma)
- visibilité maximale : **A** dispose d'une visibilité sur la demande finale de **D** (incluant l'ensemble des participants de la chaîne)

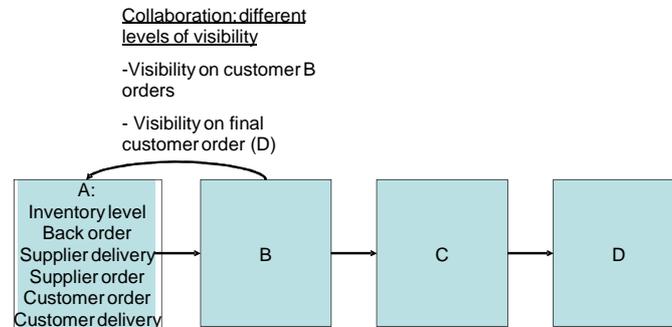


Figure 17. Les informations partagées en fonction des « comportements de confiance »

C'est à partir de cette étude théorique que nous avons défini un modèle de simulation afin d'analyser l'impact de la confiance sur la performance globale de la chaîne logistique. Notre modèle de simulation s'est inspiré des travaux de thèse de Chehbi et Nfaoui (*cf. chapitre 2 section 2.3.2*). Nous sommes repartis de l'architecture MASC proposée dans le cadre de ces travaux pour développer un modèle permettant d'intégrer les critères d'analyse de la confiance et les échanges d'informations entre acteurs de la chaîne logistique. L'objectif est d'illustrer l'impact sur la performance du partage de l'information entre partenaires de la chaîne : quelles informations partager ? quand partager des informations ? avec qui ? etc.

Afin de passer du modèle théorique de la confiance au modèle de simulation à base d'agents, nous avons modélisé chaque acteur de la chaîne logistique. Notre modèle est constitué de cinq agents : *ClientAgent* qui gère le processus client (génération de la demande), *RetailerAgent* qui se charge de la gestion des commandes, *WholeSalerAgent* qui représente le fournisseur du *RetailerAgent*, le *FactoryAgent* qui a en charge la prise de décision au niveau de la fabrication des produits, et enfin le *TrustModelAgent* qui permet de modéliser les niveaux de confiance dans la chaîne ainsi que les types d'informations échangées.

Les comportements des agents sont activés à partir des échanges de messages, un ensemble de protocoles de communication et de négociation ont été implémentés. Tous les agents (excepté le *TrustModelAgent*) ont un comportement de type « *one shot behaviour* » pour l'initialisation des coefficients de confiance (niveaux) ainsi que les différents paramètres d'initialisation du système (stock, commandes en cours...).

Dans ce modèle de simulation, les agents ont également des comportements de type « *cyclic behaviours* » pour gérer les synchronisations des messages échangés entre agents. Ces comportements permettent de déclencher les différentes méthodes de gestion des processus de la chaîne logistique : mise à jour des stocks, génération de la demande, calcul des niveaux de confiance, mise à jour des variables de la confiance, évaluer les performances de la chaîne, etc. L'agent *TrustModelAgent* implémente les critères et variables de la confiance définis dans le modèle théorique ; en fonction des informations qu'il reçoit des autres agents il calcule les comportements de confiance (Cc) à mettre en place entre les acteurs à chaque simulation.

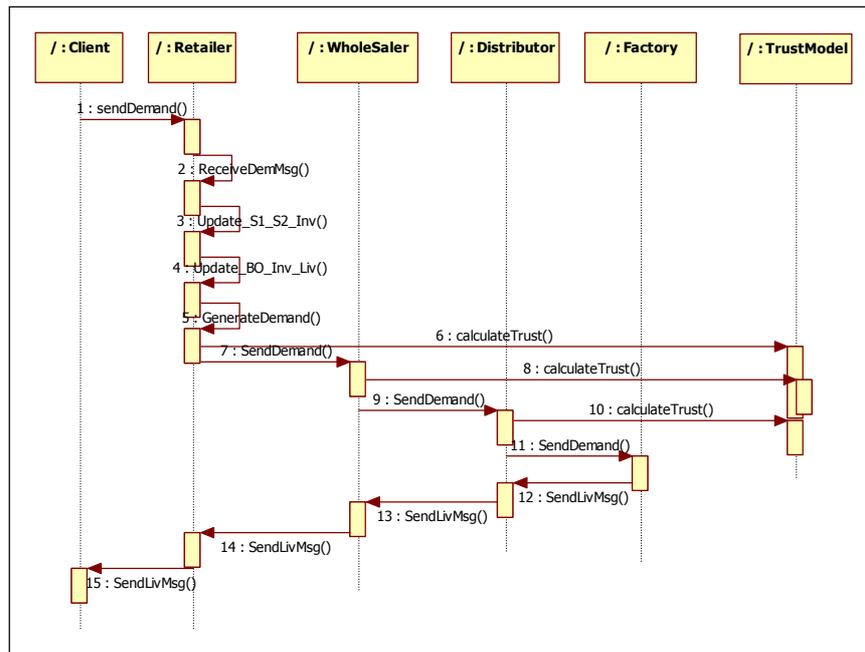


Figure 18. Extrait du modèle de collaboration dans le cas d'un niveau de confiance moyen

La figure 18 illustre un exemple d'interactions entre agents en fonction du niveau de confiance défini dans la chaîne logistique. La nature et la quantité des informations échangées varient en fonction de ce niveau de confiance.

Dans le processus global de prise de décision, les agents doivent décider de manière collaborative des niveaux de confiance de la relation qu'ils ont avec les autres. Ces niveaux sont définis en fonction des paramètres d'initialisation de chacun des agents et représentent la perception qu'ils ont des autres acteurs de la chaîne logistique. Afin de déterminer les types d'information à échanger et à partager, les agents se basent sur les trois principes suivants :

- le niveau de confiance qu'ils ont dans leurs partenaires qui correspond au comportement de confiance  $C_c$  des acteurs,
- les stratégies collaboratives *supply chain* mises en place,
- les informations potentiellement échangeables : les commandes, les prévisions, les niveaux de stocks, l'état des livraisons,...

### Application : Simulation de la confiance dans le cas du BeerGame

Afin de tester et valider notre modèle de simulation, nous nous sommes inspirés du jeu pédagogique développé par le MIT, le « *Beer game* », utilisé pour illustrer les phénomènes d'amplification de la demande. Nous avons repris les spécifications développées dans le cadre du simulateur SIMCO (cf. chapitre 1 - section 2.3.2) pour implémenter nos différents agents.

Nous avons exécuté plusieurs simulations en fonction de scénarii basés sur les niveaux et les comportements de la confiance. Pour ces différents cas nous avons évalué les performances locale et globale. Le scénario 1 concerne une situation où il n'y a pas de relations de confiance entre les différents acteurs, cela implique un non partage d'information, en dehors des commandes et des livraisons de produits.

Dans le second scénario, le « *Comportement de confiance ( $C_c$ )* » est modéré (un coefficient de confiance  $C_c$  tel que :  $0.5 \leq C_c < 1.5$ ). Cela implique que les acteurs échangent non seulement des commandes, mais également des informations sur leur niveau de stock.

Dans les deux autres cas (*scénario 3 et 4*), nous avons testé des situations dans lesquelles les niveaux de confiance sont élevés, les comportements de confiance sont compris entre 1.5 et 2 ; dans ce cas, les entreprises se font confiance et collaborent, ce qui se traduit par un partage et une définition commune des prévisions et une réduction des délais de communication des informations. Ce dernier paramètre est pénalisant dans le « *Beer Game* », le fait d'être dans une relation de confiance permet d'envisager une meilleure intégration des systèmes d'informations et donc une réduction des temps d'accès à l'information.

Les figures suivantes illustrent les résultats des différentes simulations. On observe sur les indicateurs de performance étudiés (*demande générée* par chacun des acteurs et *niveau de stock*) que les situations collaboratives (*scénario 3 et 4*) qui intègrent des partages d'informations, au vu des niveaux de confiance élevés, permettent d'obtenir des résultats beaucoup plus probants que les deux autres.

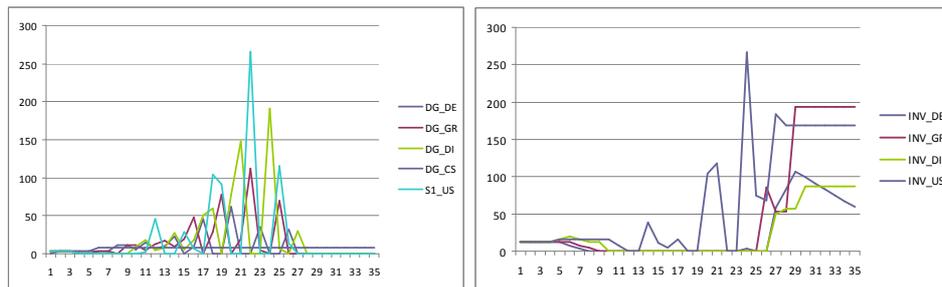


Figure 19. Scenario 1 – (no trust): The generated demand & inventory level

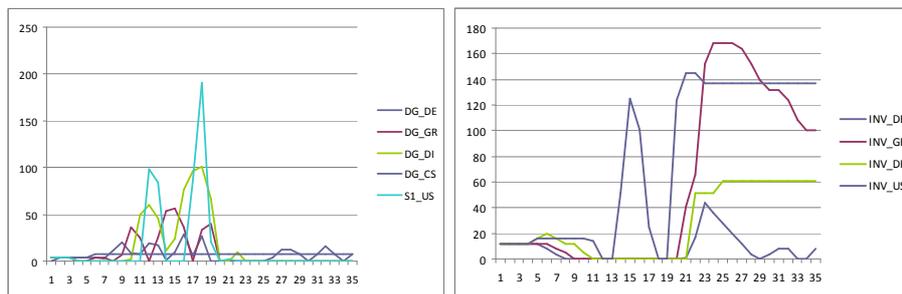


Figure 20. Scenario 2 – (intermediate): The generated demand & inventory level

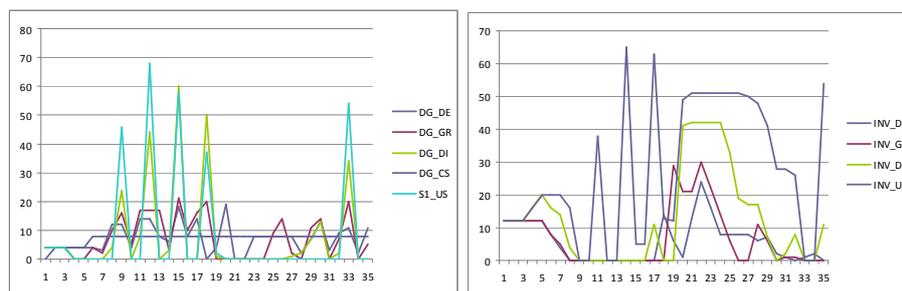


Figure 21. Scenario 4 – (trust): The generated demand & inventory level

En effet, les *niveaux de stocks* sont maîtrisés dans les scénarii collaboratifs (maximum 70 produits pour le maillon de la chaîne le plus en amont), et la *demande générée* n'excède pas 68 produits, alors que ces indicateurs sont de l'ordre de 250 dans le scénario 1 (comportement de non-confiance) et de 170 dans le scénario 2 (comportement de « confiance relative »).

	Inventory		Backlog		Total coast (€)
	Avg	Max	Avg	Max	
Scenario 1	42	263	18	184	2710
Scenario 2	40	168	13	154	2150
Scenario 3	13	65	5	40	1649
Scenario 4	13	58	4	34	1545

Tableau 2. Résultats de simulation de la confiance.

Les premiers résultats de ces analyses présentés dans le Tableau 2 ont permis de montrer que dans le cas du *Beer game* les différents délais correspondant au flux physiques et au flux d'informations ne permettent pas aux partenaires de la chaîne logistique d'être réactifs. On observe qu'une réduction du délai de transmission de l'information, dans le cas où il existe un comportement de confiance entre les partenaires, permet d'améliorer considérablement la performance globale. Le niveau de confiance impact la nature et la qualité des informations partagées, ce qui a une incidence directe sur la performance globale de la chaîne logistique.

Ce travail n'est qu'une première étape qui ne demande qu'à être approfondie afin de compléter le modèle de simulation pour envisager de complexifier le cas d'étude et d'intégrer davantage de granularité dans les différentes simulations. Ce qui permettra de faire le lien, de manière dynamique, entre comportements de confiance, nature et type d'informations échangées, et performance des acteurs impliqués dans des relations inter-organisationnelles.

---

## 2.4 Bilan de l'axe et production scientifique

---

Les travaux présentés dans cet axe de recherche concernent la modélisation, la simulation et l'aide à la décision dans les entreprises en réseau. Les principaux résultats de ces travaux peuvent être résumés ainsi :

- **Une approche de développement**, basée sur le langage de formalisation AUML, qui permet de disposer d'une architecture de composants réutilisables pour les chaînes logistiques.
- **Une architecture de simulation à base d'agents cognitifs** permettant la modélisation des comportements décisionnels d'acteurs dans le cadre de relations intra et inter-organisationnelles.
- **Un modèle de représentation de la confiance** et de ses impacts sur la qualité des relations inter-entreprises et l'alignement des systèmes d'informations inter-organisationnels. *Ces travaux se sont appuyés sur une collaboration entre des partenaires SHS et SPI.*
- **Un simulateur dédié à la formation et à la sensibilisation** des apprenants aux concepts du *Supply Chain Management*, et plus particulièrement à l'influence de la collaboration et du partage d'informations entre acteurs sur la performance globale.
- **Une validation, sur des problématiques industrielles**, des modèles de simulation et d'optimisation proposés (choix des fournisseurs, *transshipment*, CPFR,...).

Dans la continuité de ces travaux nous travaillons actuellement à l'intégration, dans ces modèles de simulation, de critères liés à l'évaluation de la dimension durable des entreprises en réseau. En effet, le concept de « *Supply Chain Durable* » recouvre des problématiques multiples appelant des réponses coordonnées en termes techniques, organisationnelles, managériales et humaines. Il s'agit de concevoir des organisations et des méthodes de gestion reposant sur la prise en compte simultanée de critères environnementaux, sociétaux et économiques dans une vision à long terme.

## Contexte et responsabilités

- co-encadrement de la thèse de doctorat : Nadia Kabachi : « *Un système Multi-Agents pour l'Apprentissage des phénomènes de prise de décision dans les organisations* », soutenue en 1999, Y. Ouzrout (20%), L. Vincent (40%), et C. Sayettat (40%).
- co-encadrement de la thèse de doctorat de Samia Chehbi : « *Modélisation et simulation des processus collaboratifs dans les chaînes logistiques : une approche Multi-Agents* », soutenue en 2007, Y. Ouzrout (50%) et A. Bouras (50%).
- co-encadrement de la thèse de doctorat de M. El Habib Nfaoui, thèse en cotutelle avec l'Université Sidi Mohamed Ben AbdAllah de Fès : « *Conception d'une architecture distribuée d'aide à la décision pour les entreprises en réseaux et les chaînes logistiques* », soutenue en 2008, Y. Ouzrout (40%), A. Bouras (40%) et O. ElBeqqali (20%).
- co-responsable, avec Yannick Frein, d'un groupe de travail dans le cadre du projet de recherche COPILOTES concernant la « *Caractérisation et évaluation des performances dans des contextes spécifiques* ».
- co-responsable (ESNM-SE) d'un projet PROSPER (CNRS) concernant « *La conduite de l'amélioration des processus organisationnels des entreprises de production* ».
- encadrement d'un étudiant en Post-doc dans le cadre du projet européen e-Link. Il a participé à la publication collective issue du travail du groupe ASSIO-3 de COPILOTES 2.
- co-animateur d'un groupe de travail dans le cadre du projet COPILOTES 2 concernant « *la modélisation et la simulation de la confiance dans les relations inter organisationnelles* ». Partenaires : CERAG Grenoble, COACTYS Saint-Etienne et LIESP.

## Synthèse des publications

Mon mémoire de thèse	[Ouzrout, 96]
9 Sujets de M2 Recherche	[MR18-2000] [MR14-2003] [MR12-2004] [MR11-2005] [MR6-2007] [MR9-2006] [MR10-2005] [MR3-2010] [MR4-2009].
3 co-encadrements de thèses de doctorat	[TH9-1999] [TH6-2007] [TH3-2008]
4 communications dans des revues internationales entre 2004 et 2009	[RI5] [RI6] [RI10] [RI11]
4 chapitres de livre	[CL1] [CL2] [CL6] [CL7]
15 communications dans des conférences internationales entre 1993 et 2010	[CI41] [CI42] [CI43] [CI44] [CI45] [CI46] [CI47] [CI48] [CI49] [CI50] [CI32] [CI37] [CI26] [CI27] [CI6].
6 communications dans des conférences nationales entre 1993 et 2010	[CF13] [CF14] [CF15] [CF8] [CF5] [CF2]
8 communications dans des conférences et séminaires nationaux entre 1995 et 2007	[AC9] [AC10] [AC11] [AC12] [AC13] [AC14] [AC4] [AC5] [AC1] [AC3]
7 rapports de fin de projets entre 2004 et 2006	[RP2] [RP4] [RP5] [RP7] [RP8] [RP10] [RP11]



## Chapitre 3 : Axe ingénierie des systèmes d'informations

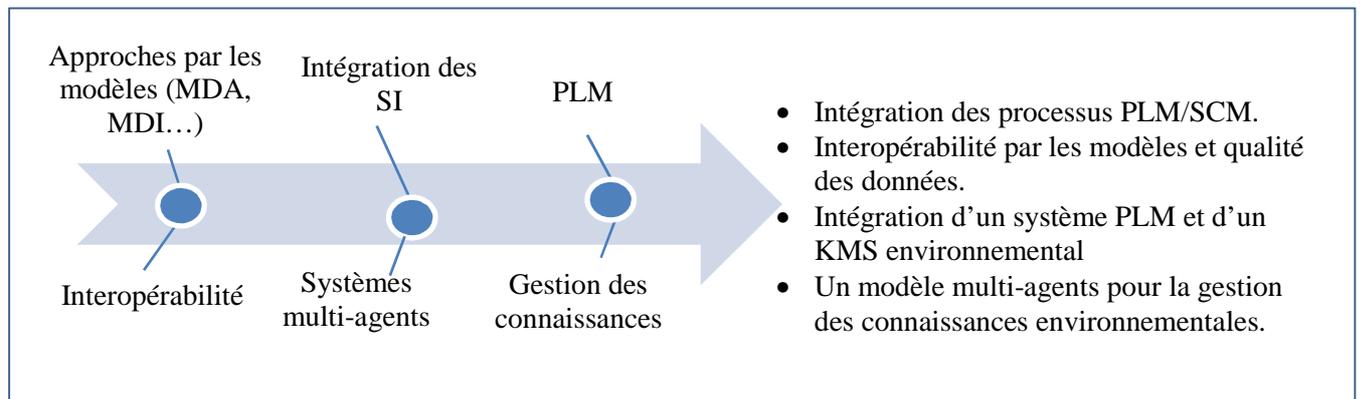
### Chapitre 3 : Axe : ingénierie des systèmes d'informations

#### 3.1. Problématique générale

#### 3.2. Intégration des systèmes d'informations et interopérabilité

#### 3.3. Intégration d'un système PLM et d'un système de gestion des connaissances pour la logistique inverse

#### 3.4. Bilan de l'axe et production scientifique



---

### 3.1 Problématique générale

---

En parallèle des travaux menés sur la modélisation et la simulation des processus décisionnels dans les entreprises en réseau, il est vite apparu la nécessité d'approfondir les problématiques liées à l'ingénierie des systèmes d'informations. En effet, les processus décisionnels, dans des contextes collaboratifs, nécessitent un alignement des systèmes d'informations aux processus métier ainsi qu'une meilleure définition des informations et connaissances à partager. L'alignement des systèmes d'informations soulève des problématiques d'intégration des données, d'interopérabilité des systèmes et de capitalisation des connaissances.

Un premier thème de recherche, concernant **l'ingénierie des systèmes d'informations**, va être décrit dans ce chapitre, un second, autour des problématiques liées à la **gestion et à la capitalisation des connaissances**, sera détaillé dans le chapitre suivant de ce mémoire.

L'alignement des systèmes d'informations et des processus organisationnels dans les entreprises en réseau a pour objectif de mettre en cohérence le système d'information, et son infrastructure, avec les processus métier. Les ERP, ou PLM dans le cadre de la gestion du cycle de vie des produits, en tant que progiciels intégrés sont porteurs d'une unité du système d'information qui peut favoriser l'intégration fonctionnelle. Mais, lorsque les systèmes d'informations utilisés par les différents acteurs de l'entreprise ne sont pas en soi intégrés, il est nécessaire de proposer des solutions permettant d'effectuer cet alignement. Les travaux effectués dans le cadre de l'interopérabilité des systèmes et des architectures d'échanges et de partage des données et des connaissances sont porteurs de cet autre alignement.

La coordination des organisations en réseau et des chaînes logistiques est fortement basée sur le partage d'informations inter-entreprises [Boucher, 07], [Christopher, 08]. Les problématiques technologiques et scientifiques posées par les systèmes d'informations inter-entreprises sont nombreuses. L'enjeu est de développer l'agilité du système d'information [Wu and Barnes, 10], [Haag et al. 06], [Desouza, 07] afin de faciliter l'inter-connectabilité des processus d'entreprises. L'agilité des systèmes d'informations passe donc par des développements sur l'interopérabilité, appliquée aux différentes couches du système d'information [Qumer & Henderson, 08].

Dans ce contexte, les principaux modèles scientifiques que nous avons développés concernent l'intégration des systèmes d'informations PLM/SCM et la mise en place d'architectures et de référentiels techniques pour la gestion et le suivi des données (approche par les modèles, interopérabilité...). Ces travaux ont été développés dans le cadre de différents projets de recherche, de contrats industriels, de thèses CIFRE, et thèses en cotutelle.

*Les principales contributions peuvent être résumées de la manière suivante :*

- *la première concerne **l'interopérabilité des systèmes et son impact sur la qualité des données** entre différents systèmes d'informations (intégration informationnelle). L'objectif de ce travail de recherche, mené dans le cadre d'un contrat industriel et d'une thèse CIFRE avec la société pharmaceutique Sanofi Pasteur, était d'analyser l'ensemble des processus de la supply chain des vaccins (approvisionnement, stockage, fabrication, distribution) et des processus PLM (R&D, traçabilité et suivi des lots, gestion des retours,...) et de travailler globalement à l'intégration des données liées à ce produit tout au long de ces processus. (Chapitre 3 - section 3.2)*

- *dans la deuxième contribution nous proposons une architecture à base d'agents logiciels afin d'intégrer un système de gestion des connaissances environnementales (normes, directives, réglementation,...) à un système d'information de type PML. L'objectif est de mettre à la disposition des différents acteurs intervenant dans la gestion du cycle de vie des produits des informations et connaissances concernant les réglementations environnementales, et permettre ainsi de tenir compte de la dimension durable dans l'ensemble des processus. (Chapitre 3- section 3.3)*

---

## 3.2 Intégration des systèmes d'informations et interopérabilité

---

### 3.2.1 Contexte et objectifs

Au-delà de la dimension technologique, les entreprises reconnaissent que le développement de partenariats, basés sur l'intégration des systèmes d'informations et sur le transfert de connaissances, est indispensable à une amélioration globale des performances [Cohen-Kulp, 04]. La vision de l'entreprise étendue, repose sur le fait d'interconnecter tous les acteurs de la chaîne de valeur afin de leur permettre de travailler plus vite, de façon plus intelligente et plus créative, tout en leur permettant de contrôler et de coordonner l'utilisation d'informations sur le produit à chaque étape de son cycle de vie [Burton, 03].

Grâce à une meilleure circulation de l'information, à la réduction du fossé qui peut exister entre bureaux d'études et chaînes de production, et à une prise en compte en amont et en aval des contingences liées aux évolutions du produit, le concept PLM (*Product Lifecycle Management*) permet d'apporter des améliorations concrètes en termes de fréquence de sortie de nouveaux produits, de gestion des ressources, de traçabilité des flux d'informations et de la rationalisation des données (création d'un référentiel unique). A chaque étape du cycle de vie du produit et des processus de la chaîne logistique il existe des chevauchements lors des échanges d'informations liées au produit. Ce qui pose des problèmes d'interactions entre des systèmes hétérogènes.

Afin de répondre à ces problèmes, un premier travail a été effectué dans le cadre de la thèse de Hichem Geryville (thèse en cotutelle avec l'Université de la mer Egée). La problématique traitée concernait l'intégration d'informations liées aux processus PLM et logistiques. Nous avons proposé une architecture de partage d'informations qui permet d'intégrer les données produit à celles nécessaires à la gestion des processus de gestion des chaînes logistiques (basés sur le référentiel SCOR). Cette approche par les modèles a permis de rapprocher le point de vue « produit » du point de vue « logistique ».

Cette contribution ne sera pas détaillée dans ce mémoire, le lecteur intéressé pourra trouver des informations complémentaires dans le mémoire de thèse de Geryville (TH4-2008) qui est consultable en ligne (<http://theses.univ-lyon2.fr/>). Nous avons par contre poursuivi ces recherches dans le cadre d'un contrat industriel avec l'entreprise pharmaceutique Sanofi Pasteur.

Nous nous sommes intéressés à l'intégration des systèmes d'informations et à la qualité des données échangées. L'objectif de ce contrat industriel était d'analyser l'ensemble des processus de la chaîne logistique des vaccins (approvisionnement, stockage, fabrication, distribution) et PLM (R&D, traçabilité et suivi des lots, gestion des retours,...) et de travailler à l'intégration des données tout au long de ces processus. Ceci était rendu nécessaire par le

fait que les systèmes d'informations utilisés par les différents acteurs ne sont pas intégrés, il fallait donc en assurer le couplage afin de favoriser l'intégration des différents processus. Du point de vue scientifique, ces travaux rejoignent des problématiques recherche autour de **l'interopérabilité** et des **architectures dirigées par les modèles**.

Le développement des concepts **d'interopérabilité** est abordé aujourd'hui par plusieurs domaines de recherche. Par exemple, la modélisation d'entreprise s'intéresse en partie à la représentation d'une organisation en réseau pour établir ses besoins en termes d'interopérabilité. De la même manière, le développement des architectures logicielles, et des plateformes, contribue à la définition de solutions pour atteindre l'interopérabilité. On peut identifier globalement deux approches pour développer l'interopérabilité [ATHENA-NoE, 05a] : (i) élaborer des architectures, des modèles, des référentiels pour aider à établir l'interopérabilité entre des applications hétérogènes existantes, ou bien (ii) prendre en considération les aspects de l'interopérabilité au moment de la conception des applications.

Les **architectures dirigées par les modèles** constituent une approche novatrice de développement des systèmes et présentent l'avantage de prendre en considération l'existant pour produire un nouveau système complètement intégrable avec l'ensemble des processus déjà déployés. L'utilisation de ces architectures pour assurer l'interopérabilité entre les systèmes permet d'avoir une visibilité sur l'ensemble du contexte d'étude pour traiter les problèmes de qualité des données.

Alors que l'intégration des systèmes d'informations est un concept large qui couvre les capacités de communication, de coopération, et de coordination, l'interopérabilité peut être définie [Chen et al. 02] comme l'habilité à communiquer avec des systèmes multi-niveaux et à accéder à leurs fonctionnalités. Selon la vision du projet ATHENA [ATHENA, 2005b], on peut identifier quatre niveaux d'interopérabilité, les niveaux : données, services, processus et métier. Il existe, de manière générale, trois types de barrières à l'interopérabilité répertoriés par Moalla [TH5-2007], les barrières conceptuelles, technologiques et organisationnelles :

	<b>Barrières Conceptuelles</b>	<b>Barrières Technologiques</b>	<b>Barrières Organisationnelles</b>
<b>Métier</b>	. Stratégie, . Culture et Valeur . Modèles métiers	Infrastructure technologique	. Méthodes de travail . Législations . Structures organisationnelles
<b>Processus</b>	Syntaxe et sémantique des processus	Représentation des équipements	. Procédures de travail . Modes opératoires . Organisation des processus
<b>Service</b>	Préserver la sémantique dans la définition et la description des processus	Interface Architecture	. Responsabilité . Profils de gestion des services
<b>Données</b>	. Représentation . Format . Sémantique . Rôles et restrictions sur les données	Codage des données Les formats d'échange	. Responsabilité . Profils pour Création, Modification et Suppression (CMS) des données

Tableau 3. Les limites de l'interopérabilité en fonction des niveaux

Les concepts d'interopérabilité expriment des besoins de correspondance, ou « *mappage* », d'une part, entre les modèles définis pour les différents niveaux d'interopérabilité, et d'autre part, entre un même niveau pour deux systèmes en interaction. Les niveaux sont couverts par des méthodes de modélisation propres : la *Modélisation d'Entreprises* qui s'intéresse à la description fonctionnelle de l'évolution des processus au sein d'une organisation

[Vernadat, 07], et les concepts de *l'ingénierie logicielle* qui intègrent les connaissances, outils et méthodes pour définir les besoins et concevoir des solutions. Ces deux axes de modélisation représentent la notion d'ingénierie des entreprises (cf. figure 22) et fournissent, par leurs concepts, un ensemble de modèles représentant les niveaux d'interopérabilité.

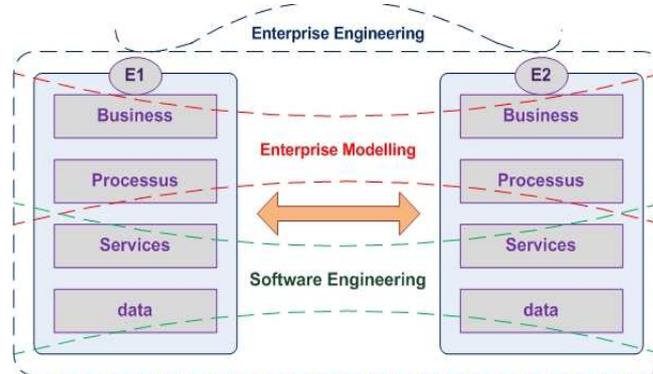


Figure 22. L'interopérabilité vue par l'ingénierie d'entreprise

Le projet IDEAS (*Interoperability Developments for Enterprise Applications and Software*) du 5<sup>e</sup> PCRD a permis d'identifier les composantes à intégrer pour donner plus d'impact aux concepts d'interopérabilité. En reprenant le modèle de référence d'IDEAS, le projet INTEROP [INTEROP-NoE, 04] a proposé une architecture fédérée pour l'interopérabilité des entreprises qui se base sur trois vues (cf. figure 23) :

- Une vue conceptuelle de l'entreprise qui se base sur les concepts du *Model-Driven Development* (MDD) et s'intéresse aux systèmes logiciels dans les entreprises.

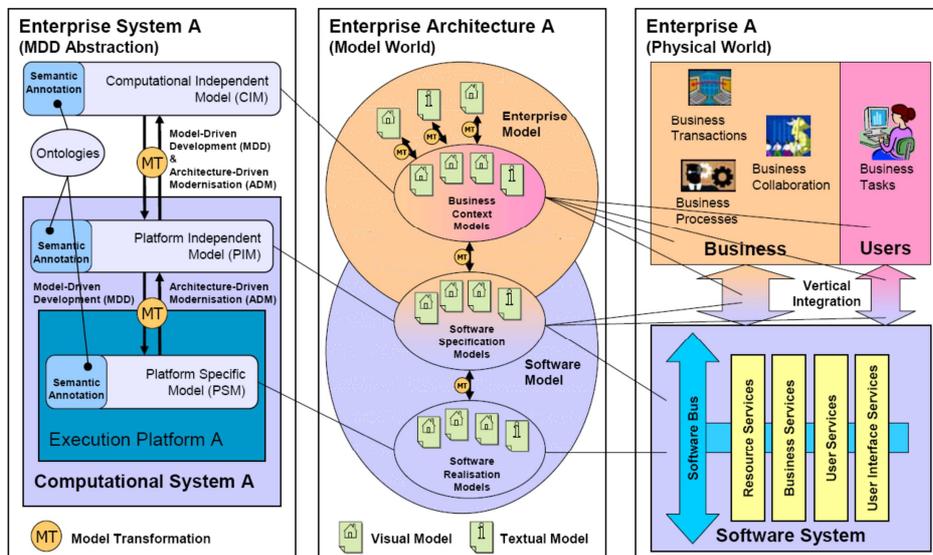


Figure 23. L'architecture d'interopérabilité du projet INTEROP

- Une vue technique de l'entreprise qui s'intéresse au déploiement et l'exécution du système logiciel et les moyens pour supporter les spécifications du métier et des profils utilisateurs dans une entreprise.
- Une vue applicative de l'entreprise qui correspond aux différents modèles issus des méthodologies de modélisation de l'entreprise et des applications.

Un autre axe de recherche concerne les architectures dirigées par les modèles (**MDA**, *Model Driven Architecture*). En effet, le développement d'applications nécessite des

approches et des méthodologies afin de définir des architectures logicielles flexibles qui permettent la réutilisation de modèles existants et offre de nouvelles capacités afin d'implémenter assez rapidement de nouvelles fonctionnalités métiers. Actuellement, deux idées principales permettent de traiter ces aspects :

- *La restructuration des applications existantes à travers les Architectures Orientées Services (SOA)* : les solutions logicielles peuvent être vues comme des fédérations de services reliées via des « contrats » qui définissent leurs interfaces en terme de service. Le problème d'interopérabilité entre les systèmes est donc ramené à un problème d'échange entre applications par le biais de collections de services encapsulés.
- *Le développement de nouvelles applications à travers les concepts de génie logiciel* : le développement de nouvelles applications nécessite de partir de modèles standards, dans lesquels on retrouve les processus métier, afin de s'approprier la manière avec laquelle les solutions techniques sont implémentées. Ceci représente une évolution dans le développement de logiciels qui favorise un niveau ascendant d'automatisation pour réaliser les parties des systèmes à développer. Cette démarche favorise le développement de nouveaux logiciels interopérables avec des solutions existantes.

A partir de ces deux approches *l'Object Management Groupe (OMG)*, consortium d'organismes de développement de logiciels, a créé un *framework* conceptuel qui sépare les décisions métiers des décisions technologiques afin de permettre une plus grande flexibilité dans la conception et le développement de systèmes. Ce *framework* conceptuel est un standard appelé « *Model Driven Development* » (MDD), il est destiné à la gestion des modèles à travers un processus de transformation pour la génération du code.

Les concepts clés du MDD sont la modélisation, la transformation de modèle à modèle, et de modèle à implémentation. La notion de MDA est la partie standardisée du MDD par l'OMG. Il s'agit d'un processus de développement logiciel itératif et incrémental, centré sur l'architecture, piloté par les transformations de modèles et la réutilisation des processus métier, *frameworks*, et composants techniques [Kadima, 2005]. On trouve dans la littérature un certain nombre de travaux de recherche qui présentent les concepts de MDA comme [Arlow and Neustadt, 03], [Kleppe *et al.*, 03a], [Miller and Mukerji, 03], [Frankel, 03], [Mellor *et al.*, 04], [Blane, 05], ou encore [Pastor and Molina, 07]. MDA standardise la modélisation abstraite à l'aide de langages ou de formalismes tels que DSL [Bézivin *et al.*, 06] ou UML [Mellor *et al.*, 02].

Les Architectures Orientées Services utilisent quant à elles les concepts de MDA à travers une décomposition en modèles. Elles profitent des modèles issus du 2<sup>ème</sup> niveau d'abstraction de l'approche MDA, le **PIM (Platform Independent Model)**, pour définir et orchestrer des services. Beaucoup de travaux de recherche s'intéressent aux concepts de « *PIM for SOA* » ou encore PIM4SOA [Hahn *et al.*, 06; Benguria *et al.*, 07] pour atteindre l'interopérabilité entre les systèmes. L'inconvénient de l'approche SOA est qu'elle nécessite une réorganisation en services des fonctions de l'entreprise. Cette réorganisation passe par l'urbanisation des systèmes d'informations qui reste une opération coûteuse en temps et qui se base principalement sur des expertises métiers.

Les concepts d'interopérabilité dirigée par les modèles, ou encore « *Model-Driven Interoperability* » (MDI) se basent, quant à eux, sur les principes du MDA pour générer de nouvelles applications compatibles avec les anciennes. Cette approche peut être adaptée pour assurer l'interopérabilité entre des applications déjà existantes. Nous considérons que, pour assurer l'interopérabilité entre des systèmes d'informations hétérogènes, il faut en maintenir la sémantique et assurer les échanges entre les niveaux métier, connaissance, processus, applications, services, et données. Par analogie aux quatre niveaux d'abstraction de

l'approche MDA définis par l'OMG, nous avons proposé d'établir une correspondance avec les niveaux d'interopérabilité (Tableau 4) :

Métier	<b>CIM</b> : Computation Independent Model
Connaissances	
Processus	<b>PIM</b> : Platform Independent Model
Applications et services	<b>PSM</b> : Platform Specific Model
Données	

Tableau 4 : Niveaux interopérabilité & niveaux d'abstraction MDA

A partir de cette correspondance, nous pouvons ramener le problème de connexion sémantique entre différents niveaux d'interopérabilité de systèmes hétérogènes, à un problème de connexion et de transformation de modèles à travers les niveaux d'abstraction de l'approche MDA (cf. figure 24).

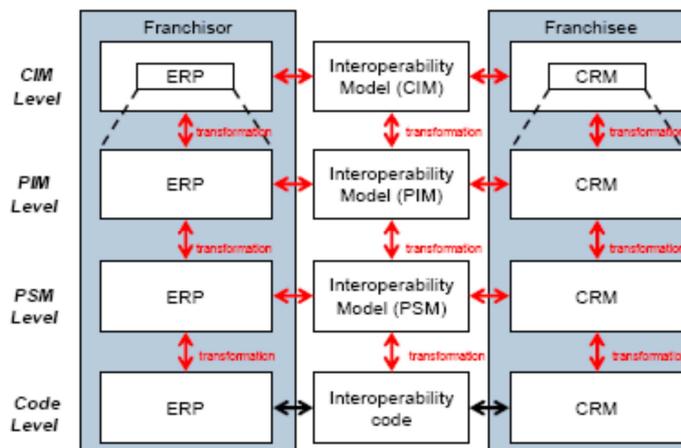


Figure 24. L'interopérabilité dirigée par les modèles [Grangel and Bourey, 07]

L'approche MDI consiste donc en un processus de transformation de modèles qui permet de générer de nouveaux modèles de données à mettre en correspondance avec les modèles issus de systèmes d'informations existants (celui de l'ERP par exemple). C'est à partir de ce concept d'interopérabilité dirigée par les modèles que nous avons bâti notre contribution.

### 3.2.2 Architecture d'intégration des systèmes d'informations : une approche d'interopérabilité dirigée par les modèles

Nous nous sommes intéressés à ces problématiques dans le cadre d'un contrat industriel avec la société pharmaceutique Sanofi Pasteur France et de la thèse CIFRE de Néjib Moalla. La problématique industrielle qui était posée concernait principalement : « *l'amélioration de la qualité des données du vaccin dans le périmètre logistique de ce produit* ». L'industrie des vaccins se trouve en effet dans un environnement très contraint : mettre rapidement de nouveaux produits sur le marché afin de maintenir une position de *leader*, tout en garantissant la qualité des produits. La qualité des données est donc un enjeu majeur et complexe dans ce secteur, complexité héritée de celle du produit lui-même, ainsi que des modes d'organisation de l'entreprise et de sa chaîne logistique (cf. figure 25).

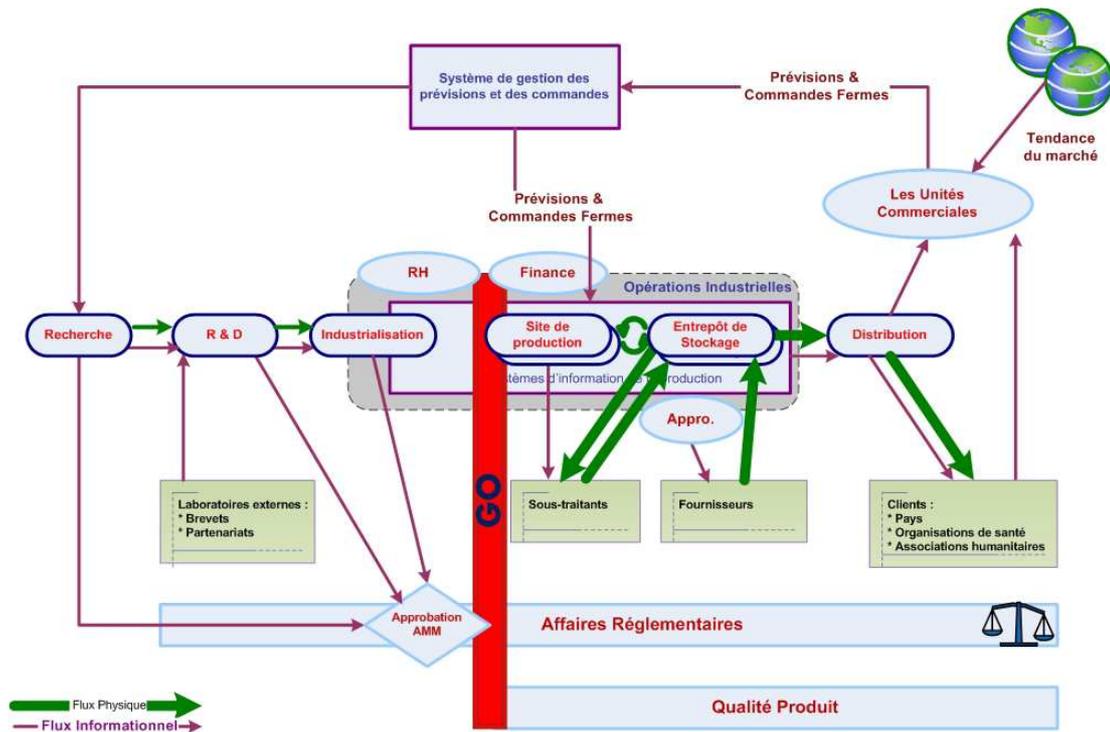


Figure 25. La chaîne logistique de l'industrie des vaccins [Moalla et al, 07]

Nous nous sommes focalisés sur les problèmes liés à la qualité des données dans le périmètre logistique (processus de production et de distribution) des vaccins. Puisqu'il s'agit d'un périmètre central à l'ensemble des services métiers de l'entreprise, il a fallu prendre en considération tous les flux de données externes en interaction avec ce périmètre (par exemple, les flux provenant de la R&D). Dans ce périmètre, la majorité des industriels déploient un ERP comme système d'information pour la gestion des services métiers ; il s'agit principalement des modules de gestion de production, gestion des stocks et des approvisionnements, ainsi que la gestion des services supports (finance, RH, paie, etc.). L'ERP se trouve en interaction avec un ensemble de systèmes d'informations comme celui des affaires réglementaires, contrôle qualité, unités commerciales, fournisseurs,...

La nécessité de se conformer aux spécifications réglementaires impose de garantir la qualité des données tout au long de son cycle de vie. La description du procédé de production est spécifiée dans le dossier d'Autorisation de Mise sur le Marché (AMM) et dans les documents techniques qui en sont issus (*Standard Working Instructions - SWI*). Suite à l'approbation d'un dossier AMM, la maîtrise du procédé de production est un vrai problème, c'est le résultat d'un apprentissage des différentes étapes de production d'un nouveau vaccin. En effet, ce produit est une substance vivante dont le comportement est non déterministe.

L'intégration des systèmes d'informations n'est pas considérée ici du point de vue fonctionnel (ERP), mais du point de vue produit, permettant le long de son cycle de vie, de garantir un déroulement des processus de production en conformité avec les données issues des dossiers AMM. La mise en synergie des connaissances liées aux différents métiers dans l'industrie des vaccins est problématique. Par exemple, dans les phases de développement, il est primordial de coupler les efforts des biologistes, des pharmaciens, des industriels, des producteurs, etc. pour définir les spécifications du vaccin (cf. figure 26). Suite à une demande de modification dans le procédé de production, il faut faire appel à toutes ces compétences pour analyser les démarches à suivre pour revalider le vaccin en vue de sa ré-approbation.

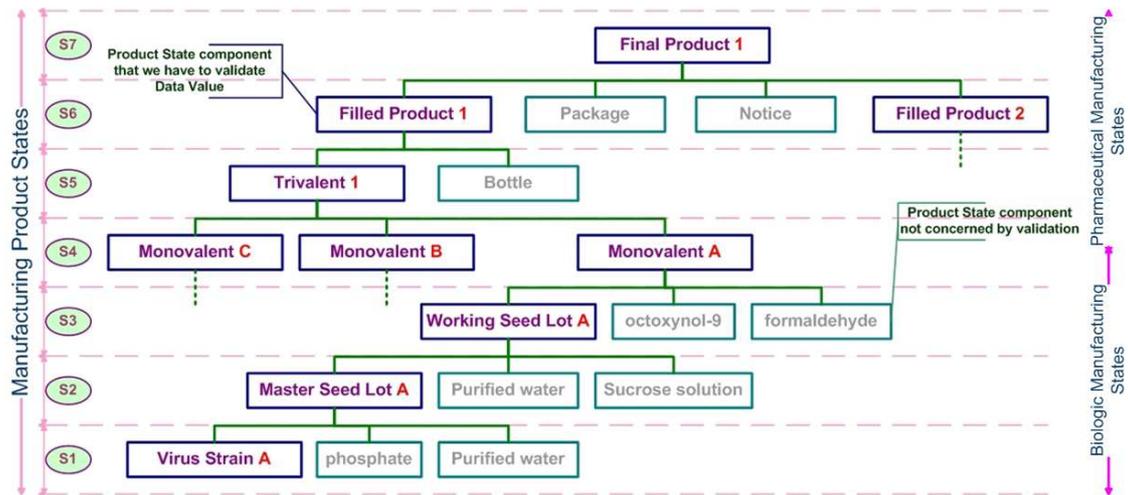


Figure 26. Nomenclature multi-niveau d'un vaccin

Notre étude s'intéresse à la problématique des données statiques (données concernant les produits, les infrastructures et les demandes clients). Il s'agit de mettre en évidence les différentes dimensions de la qualité des données pour être en conformité avec les recommandations de l'assurance qualité. En effet, les données statiques sont réparties dans différents systèmes d'informations à travers la chaîne logistique.

Afin de traiter les problèmes de synchronisation entre ces systèmes, une « *approche d'intégration* » peut être adoptée, mais cela nécessite que l'ensemble des systèmes d'informations en interaction aient des modèles exprimés dans un format commun, il est donc possible d'établir une correspondance directe (concept de « *mapping* ») entre ces différents modèles. De la même manière, une « *approche d'unification* » peut être adoptée lorsqu'il existe un format commun pour tous les modèles des différents systèmes à un niveau méta.

Ce méta-modèle n'est pas une entité exécutable comme dans le cas de l'approche d'intégration, mais uniquement un moyen de fournir une équivalence sémantique permettant de faire le lien entre les différents modèles. Si nous prenons pour exemple l'objectif d'assurer l'interopérabilité entre l'ERP, le système réglementaire de suivi des enregistrements e-TRAC (*e-Training for Registration and Commitments*) et le système de gestion des prévisions (*Global Forecast System*) GFS, les modèles de données n'ont pas un format commun mais il est possible de passer par un méta-modèle pour faire le lien entre les données :

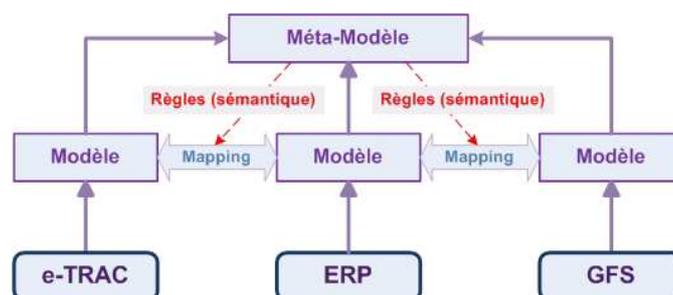


Figure 27. L'approche d'unification entre l'ERP et les systèmes adjacents

Enfin, une « *approche de fédération* » peut être adoptée lorsqu'il n'existe aucun format de modèle commun à l'ensemble des systèmes, et ce quel que soit le niveau. Pour établir l'interopérabilité, chacune des parties impliquées doit s'adapter de façon dynamique. Cette adaptation passe par la définition de méta-modèles. Pour mettre en œuvre l'interopérabilité fédérée, il faut donc que l'on soit dans une logique de collaboration. Pour cela, on utilise généralement des ontologies partagées.

L'ensemble des systèmes évoluant dans le périmètre logistique de l'industrie du vaccin possèdent des modèles hétérogènes pour lesquels il paraît difficile d'envisager de définir un méta-modèle commun. L'objectif d'assurer la qualité des données entre ces systèmes peut passer par une approche d'interopérabilité fédérée, pour laquelle il s'avère nécessaire de définir une ontologie caractérisant le périmètre logistique. Mais, la maîtrise de l'ensemble des systèmes est assez difficile en raison de la diversité des métiers et des processus qui en découlent. De plus, les changements fréquents et les processus de validation (dûs aux contraintes réglementaires) font qu'il est difficilement envisageable de concevoir une ontologie générale pour l'ensemble de ces systèmes.

Pour cela, notre contribution a consisté à rapprocher les modèles (unification) pour détecter les écarts entre les données réglementaires (ce que je dois faire) et les données ERP (ce que je fais). La proposition d'une approche basée sur les concepts d'interopérabilité dirigée par les modèles (MDI) a permis de proposer un cadre générique pour l'intégration des données et le suivi de leur qualité dans l'ERP, et de structurer le développement d'un processus de suivi du cycle de vie de quelques données critiques du périmètre logistique. L'objectif était de prendre en compte les différentes spécifications des métiers et processus intervenant sur les données, pour vérifier leur cohérence avec les bases de données de l'ERP et des systèmes annexes.

Ce travail s'est accompagné d'une étude sur certaines données critiques et sur des données permettant d'optimiser le processus de planification [Moalla et al, 07]. Le processus d'évolution des données a été réduit au seul périmètre logistique afin d'identifier un modèle fonctionnel (PIM), permettant d'intégrer les spécifications de production : pour une AMM, quel pays est concerné ?, quel produit fini est concerné ?, quels composants ?, quel site de production ?, quelle machine ?, quelles températures de stockages ?... La génération, à partir du PIM, d'un modèle spécifique (PSM) conduit à un modèle relationnel à rapprocher du modèle issu de l'ERP (cf. figure 28).

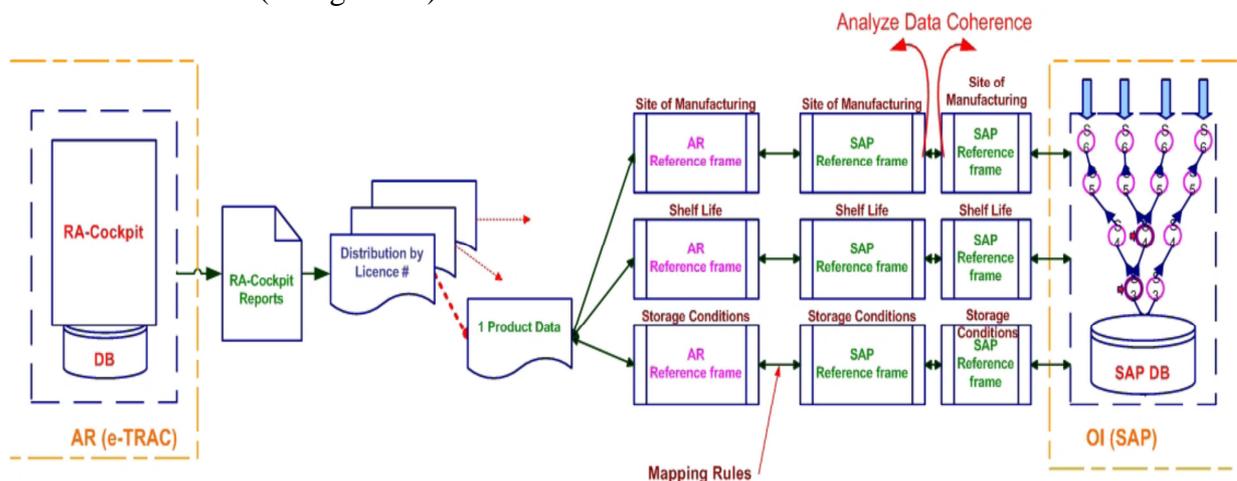


Figure 28. Vue synthétique du rapprochement des modèles [Moalla et al, 06]

### Applications : conformité des données critiques dans le cadre de l'interopérabilité

Afin de valider la démarche d'interopérabilité proposée, et dans la perspective d'assurer la qualité des données dans le système d'information de production, nous avons développé deux applications dans le cadre du périmètre logistique de la société Sanofi Pasteur.

- La première application a consisté à mettre en œuvre notre architecture dirigée par les modèles (cf. figure 29) sur un certain nombre de données jugées critiques, et pour lesquelles nous avons assuré la conformité.

- La seconde a concerné l'application de notre approche pour l'amélioration de la planification par une meilleure gestion des données.

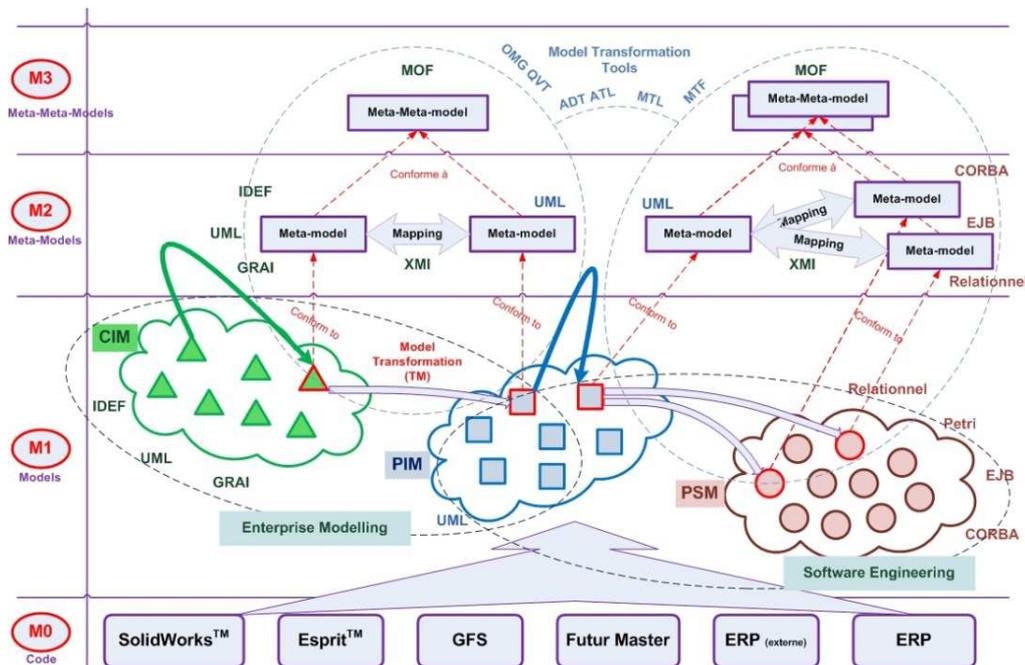


Figure 29. Architecture d'interopérabilité par la transformation de modèles

L'analyse des données produit définies dans l'ERP a permis de dégager un ensemble de données identifiées par leur criticité au niveau pharmaceutique. En effet, ces données doivent toujours être validées par des pharmaciens, conformément à l'ensemble des spécifications biologiques définies dans le dossier d'AMM. Ces données sont partagées entre les différents systèmes d'informations du périmètre logistique. Il n'existe aucun lien structuré entre ces différents systèmes et l'application d'une approche d'interopérabilité est nécessaire pour permettre leur synchronisation et assurer ainsi la qualité des données.

Dans le cadre de ce travail, nous avons donc choisi d'assurer la qualité de trois types de données pharmaceutiques critiques : la *température de stockage*, le *site de fabrication* et la *durée de conservation*. La première étape dans la démarche de mise en place de l'architecture d'interopérabilité a consisté en l'application des différents concepts des architectures dirigées par les modèles. Notre objectif était de générer le modèle d'un système d'information cohérent avec l'ensemble des spécifications métiers de tous les acteurs intervenant dans le cycle de vie des trois données critiques étudiées. Le modèle cible au niveau *Platform Specific Model (PSM)* a été décrit dans le langage relationnel conformément à la base de données que nous avons créée à partir de celle de l'ERP. Le problème d'interopérabilité fédérée entre les systèmes a été ramené alors à un problème d'interopérabilité unifiée.

Nous avons utilisé les diagrammes d'activité UML afin de décrire le niveau CIM du modèle d'exigence (cf. figure 30). Ce modèle permet de modéliser l'ensemble des exigences du métier à un haut niveau d'abstraction, et de décrire les interactions entre les différentes entités qui cadrent l'évolution d'une donnée critique le long de son cycle de vie sans détailler les fonctions métiers. L'exploitation des modèles issus du CIM se fait par le processus de transformation de modèles qui permet de générer un ou plusieurs modèles d'analyses et de conception abstraite (PIM). La dernière phase dans l'approche MDA, concerne le niveau d'abstraction PSM qui est la dernière phase avant la génération du code de l'application. Il s'agit d'une projection du modèle PIM dans une plateforme cible.

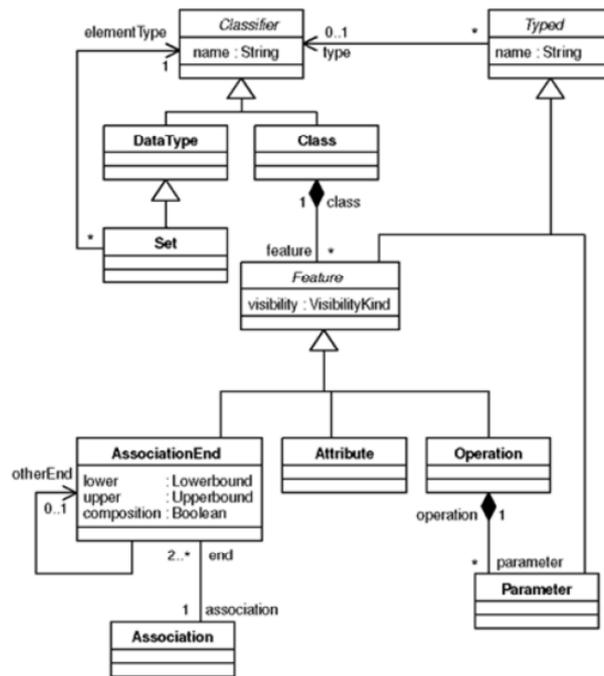


Figure 30. Extrait du méta-modèle UML

Cette première application nous a permis de valider, sur quelques données critiques, la faisabilité de notre démarche d'interopérabilité par les modèles. Le couplage entre la vision processus au niveau des modèles CIM et PIM et la vision système au niveau du modèle PSM nous a permis d'intégrer l'ensemble des spécifications du périmètre logistique pour gérer le processus qualité de nos données critiques et atteindre un niveau de conformité, par rapport à leur définition dans un système réglementaire et par rapport à une vision métier. L'application de l'architecture d'interopérabilité par les modèles a permis de traiter le problème de la conformité de la taille des lots dans l'ERP (thèse de Moalla, [TH5-2007]).

En ce qui concerne la seconde application, nous avons mis en œuvre notre approche avec un autre objectif qui était l'amélioration de la planification par une meilleure gestion des données d'un vaccin. L'application de notre architecture a visé à assurer la qualité des données susceptibles d'intervenir dans le processus de planification afin d'optimiser globalement les coûts. Un travail ciblé nous a permis, en tenant compte des différents paramètres, de proposer un modèle d'estimation du coût réel d'un produit. Les résultats présentés dans [Moalla et al 06] permettent de comparer le coût réel de fabrication au coût standard évalué dans l'ERP.

Ces deux applications nous ont permis, non seulement de valider l'approche d'intégration par les modèles proposée, mais également, d'apporter des réponses à des problèmes tels que le calcul de coût, ou la gestion des données de planification, qui étaient, pour la majorité d'entre eux, dus à des non synchronisations entre les systèmes d'informations des différents acteurs intervenant tout au long du cycle de vie du produit vaccin.

---

### 3.3 Intégration d'un système PLM et d'un système de gestion des connaissances pour la logistique inverse

---

Le principe de logistique inverse (*reverse logistic* ou *forward logistic*) consiste à maîtriser la valeur ajoutée que peut apporter une meilleure gestion des flux de produits qui reviennent dans l'entreprise, et ce quelque soit la cause de ces retours [Rogers and Tibbens, 01]. Un certain nombre de travaux de recherche ont permis de classer de manière différente les processus associés à la logistique inverse. De Brito et Dekker [De Brito and Dekker 02] ont proposé quatre processus principaux pour la définir, les processus : *collection*, *inspection*, *reconfiguration* ou *réutilisation*, et *redistribution*. Thierry et al. [Thierry et al. 95] ont, quant à eux, proposé cinq processus : *repair*, *refurbishing*, *remanufacturing*, *cannibalization and recycling*, pour définir la logistique inverse.

La régulation environnementale, ainsi que les politiques des gouvernements, incitent les organisations à faire preuve de créativité et d'innovation dans le développement de leurs produits et services en intégrant le principe de durabilité dans cette démarche [Quariguasi, 09]. L'*Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery (ECMPRO)* [Ilgin & Gupta 10] est une des méthodologies d'intégration de la préoccupation environnementale dans la démarche de conception (choix des matières premières et des composants) et de développement de nouveaux produits (industrialisation, production...). De même, des projets ont été développés pour traiter de la problématique de la gestion de la fin de vie des produits : le *Closed-loop PLM concept*, dans le cadre du projet PROMISE [Jun et al. 07], le projet IMPSS [Hui Mien Lee et al. 06], le système ASCAD [Jin and Lu, 04], et le projet *Integrated Framework for Reverse Logistics* [Hui Mien Lee et al. 08].

De nouvelles réglementations et directives permettent de gérer de manière efficace les retours et la fin de vie des produits afin de réduire les effets sur l'environnement. A titre d'exemple, au niveau de l'union européenne des directives pour la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (*WEEE*) et pour la gestion de certaines substances dangereuses dans les équipements électroniques (*RoHS*), permettent de traiter et de limiter l'utilisation de substances nocives pour la santé humaine et pour l'environnement.

Ces réglementations de plus en plus contraignantes, y compris financièrement, font que la gestion de la logistique inverse (produits défectueux ou produits en fin de vie) est un facteur de réduction de coûts, par la minimisation des déchets générés et la réutilisation de composants fonctionnels [Ayres et al. 07]. Les produits recyclés peuvent être une source de revenu dans le processus de fabrication ; les entreprises peuvent tirer des bénéfices de la mise en place d'une réelle gestion des produits en fin de vie, en intégrant les préoccupations environnementales dans toutes les phases du cycle de vie des produits.

Il est donc important que ces connaissances normatives soient intégrées dans les systèmes d'informations afin que tous les acteurs y aient accès, puissent s'y reporter à tout moment de leur activité et prendre ainsi des décisions en connaissance de cause. Réduire les risques environnementaux dans les phases du cycle de vie des produits nécessite de s'appuyer sur des systèmes d'informations idoines, tel que les systèmes PLM. Ces systèmes peuvent, et doivent, jouer un rôle dans l'organisation et la mise à disposition des données réglementaires.

La première étape dans notre démarche a consisté à faire une étude des différents travaux de recherche relatifs à la gestion du cycle de vie des produits. Il existe de nombreuses études autour du concept de PLM et de l'intégration des systèmes d'informations et des connaissances pour l'amélioration de la collaboration entre les différents acteurs des entreprises en réseau, telles que celles utilisant : les systèmes multi-agent [Lau et al. 2008], les

technologies RFID [Angeles 09, Bottani et Rizzi 08, Sarac et al. 10], ou les architectures Web [Mohamed, 03 ; Huang et al. 10]. Cependant, il y a peu d'études concernant le partage d'information et de connaissances environnementales appliqué au PLM [Parlikad et al. 07, Giannis et al. 09]. De manière générale, les travaux actuels concernant le PLM sont principalement développés pour soutenir la conception, la fabrication et la distribution de produits ; ils ne sont pas encore définis pour traiter des processus logistiques et de la durabilité des produits.

Dans ce contexte, nous avons développé une architecture distribuée de gestion des connaissances pour la gestion de la logistique inverse, dans le cadre de la thèse de Thitiya Manakitsirisuthi [TH-2012]. Cette architecture est basée sur un système multi-agents (cf. figure 31). L'objectif est de proposer un système qui met l'accent sur les concepts de durabilité des produits, en établissant des liens entre des agents logiciels détenteurs de connaissances liées à la réglementation environnementale (*WEEE, RoSH, Reach, ISO14000, etc.*) et des systèmes d'informations d'entreprise de type PLM. Ces interconnexions permettent aux décideurs de prendre en compte les critères environnementaux dans leur prise de décision, et ceci à chaque phase du cycle de vie des produits.

L'architecture proposée est composée de six types d'agents: *Service Agent, EM Agent, Inspect Agent, Recover Agent, Dispose Agent et Redesign Agent*. Ces agents s'appuient sur leurs connaissances, et sur les comportements et méthodes associés, pour déterminer les décisions et recommandations concernant les produits retournés en tenant compte des performances environnementales associées.

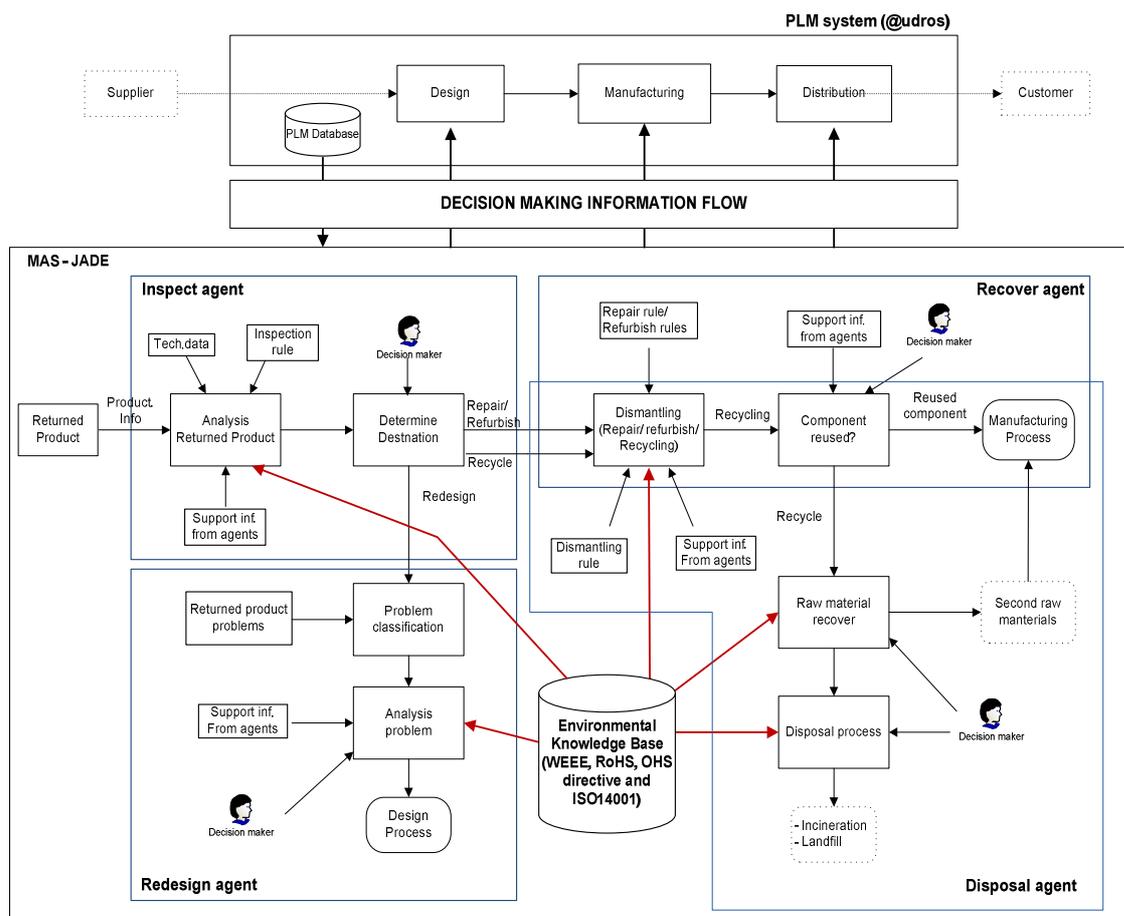


Figure 31. Le système de gestion des connaissances distribuées

Nous avons défini et formalisé les bases de connaissances de chaque agent, ainsi qu'une base de connaissance « *Réglementation Environnementale* », nous avons implémenté des ontologies concernant, à titre d'exemple, trois types de réglementation : *WEEE*, *RoHS* et une directive sur le recyclage des batteries ; et ceci sous la forme de réseaux sémantiques, de bases de faits, et de systèmes à base de règles (cf. figure 32). Les connaissances formalisées dans la base de connaissance centrale sont accessibles uniquement par le biais des agents.

```

br.forwardChain();
//Product type
Rule rule1 = new Rule(br, "producttype",
    new Clause(product, depends, "electricity"),
    new Clause(product, equal, "EEEProduct"));
Rule rule2 = new Rule(br, "category",
    new Clause(product, equal, "mobilephone"),
    new Clause(product, in, "category3"));
Rule rule3 = new Rule(br, "endOfLife", new Clause[] {
    new Clause(product, equal, "EEEProduct"),
    new Clause(product, in, "category3"),
    new Clause(product, returns, "end-of-life")
});
new Clause(message, equal, "The priority of waste should devote to reuse, recovery
and then recycle, and producers should integrate material recovery in new equipment
(WEEE directive para.18).");
.....
Rule rule10 = new Rule(br, "recycling", new Clause[] {
    new Clause(product, equal, "EEEProduct"),
    new Clause(product, in, "category3"),
    new Clause(product_destination, equal, "recycle")
});
new Clause(message, equal, "The rate of recovery shall be increased to a minimum of 75% by
an average weight per appliance and component, material and substance reuse and recycling shall be
increased to a minimum of 65% by an average weight per appliance (WEEE directive Art7. (Annex IA).");

```

Figure 32. Exemple de règles environnementales formalisées

Les connaissances relatives aux produits sont souvent décrites dans les documents réglementaires de manière textuelle, par exemple, « un produit de type EEE est un produit rattaché au secteur de l'électricité », « un produit EEE de catégorie 3 doit être recyclé lorsque les tests de fonctionnement ont échoué plus d'une fois »,... Nous avons donc formalisé ces connaissances exprimées en langage naturel sous la forme de règles. Nous avons également utilisé les ontologies afin de formaliser nos cadres conceptuels. Afin de construire ces ontologies, nous nous sommes focalisés sur quelques réglementations qui ont été structurées par type : recyclage, sécurité, traitement des déchets,....

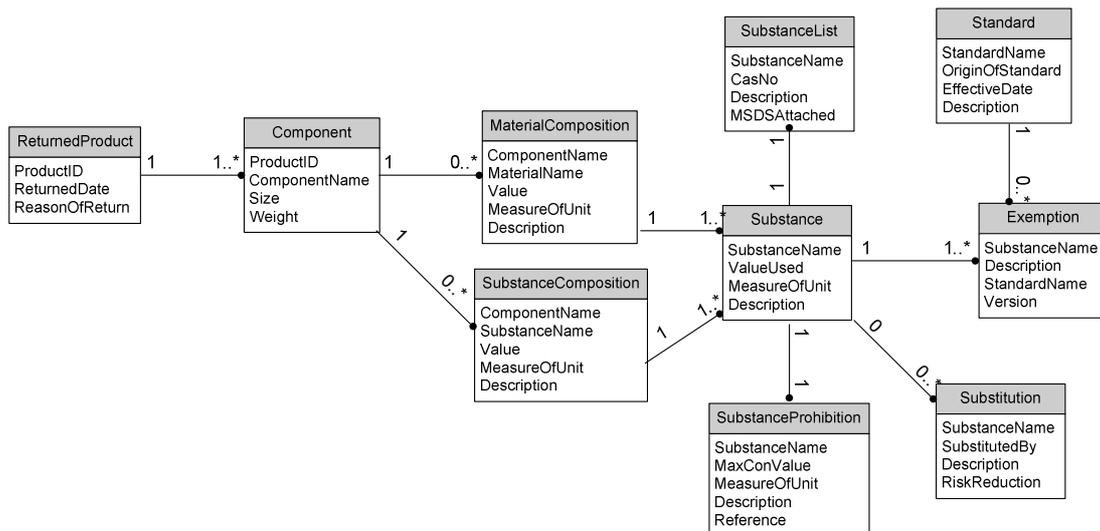


Figure 33. Base de connaissances de la directive européenne *RoHS* (EU Dir2002/95/EC)

Les spécifications du système ont été définies à l'aide de schémas et diagrammes AAML (Agent UML) afin de décrire la manière dont les agents interagissent et leurs processus de raisonnement et de prise de décision (cf. figure 34) :

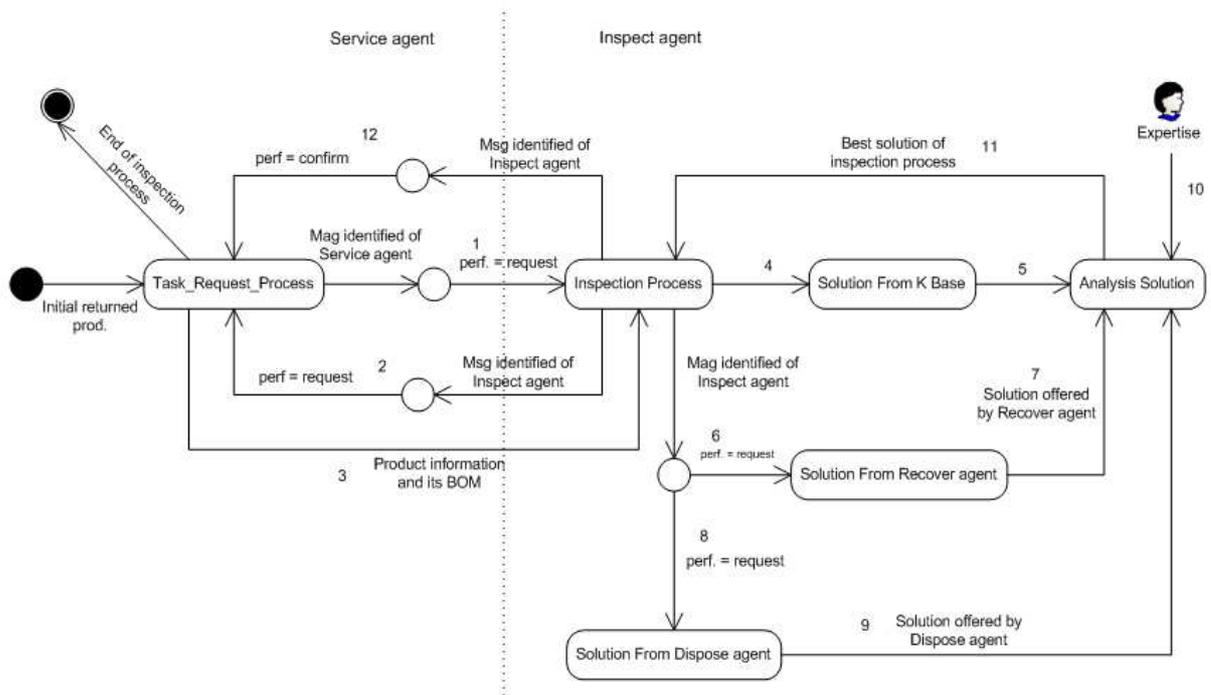


Figure 34. Diagramme AUML d'interaction entre *ServiceAgent* et *InspectAgent*

Pour que les agents puissent interagir, ils doivent parler le même langage et avoir des ontologies communes. Ces ontologies sont une partie des bases de connaissances intégrées dans les agents. Elles permettent de définir les relations sémantiques entre les connaissances formalisées dans les différentes bases de connaissance des agents, et doivent être échangées et partagées par les agents dans le cadre de leurs communications. Pour cela nous avons utilisé le langage de communication normalisé ACL préconisé par FIPA [FIPA, 07] ; ce langage définit, dans ces dernières versions, non seulement des protocoles de communication permettant aux agents d'interagir les uns avec les autres, mais également, d'échanger des ontologies de domaines qui leur sont propres (cf. figure 35).

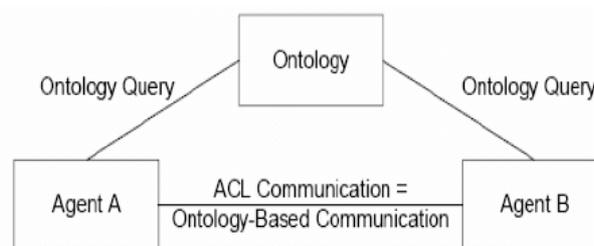


Figure 35. FIPA Ontology-Based communication model

Puis nous avons défini les liens sémantiques entre les connaissances issues des différentes réglementations, en utilisant des graphes sémantiques permettant de décrire les relations entre les nœuds (éléments de connaissances) et la sémantique de ces relations (cf. figure 36).

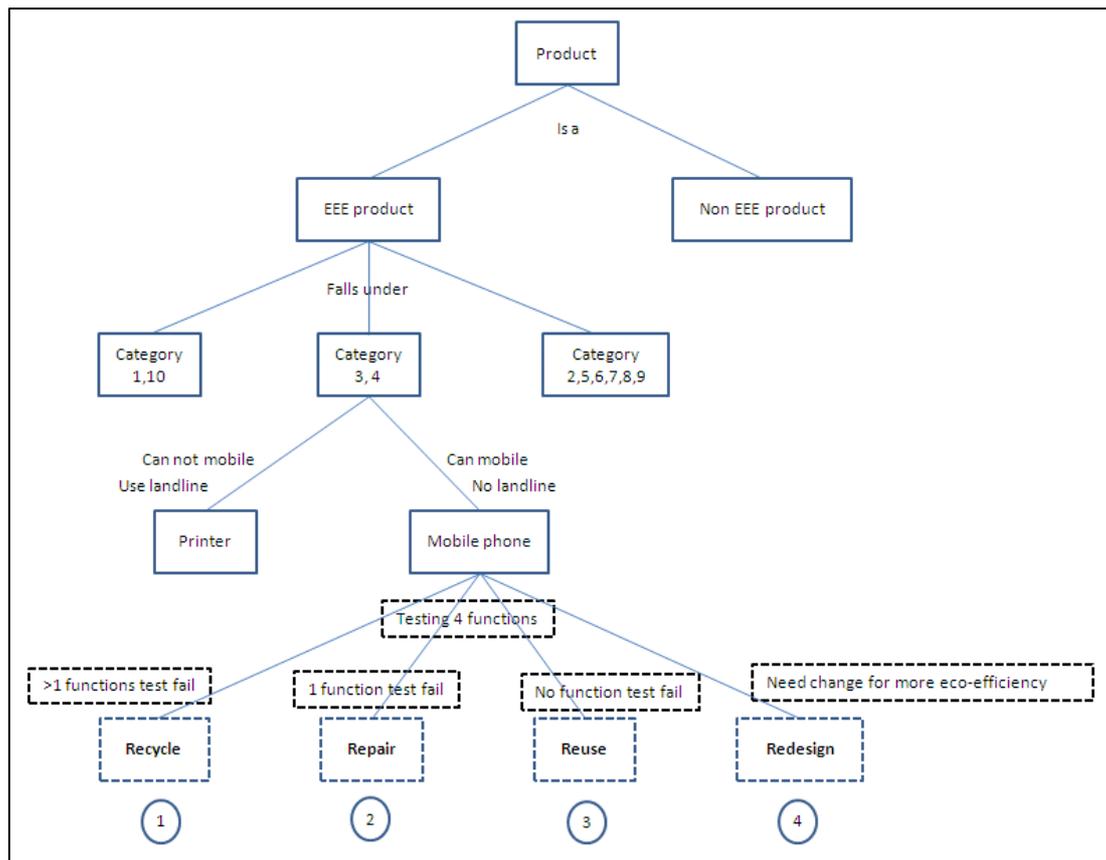


Figure 36. Extrait du réseau sémantique pour les produits électriques (EEE)

L'architecture globale a été développée en utilisant la plate-forme JADE (*Java Agent Development Framework*) pour le développement du SMA, et le système d'information PLM *Audros*. Les agents des différentes phases du cycle de vie se connectent au système PLM (par le biais du *ServiceAgent*) pour recueillir les informations nécessaires à la gestion du produit en fin de vie. Ces agents s'appuient sur leurs connaissances propres, spécifiques au domaine qui les concerne (recyclage, conception, analyse des problèmes,...), et sur la base de connaissances générales qui intègrent l'ensemble des connaissances formalisées par le biais des ontologies de domaine, afin de proposer aux acteurs de chacune des phases du cycle de vie du produit des recommandations en adéquation avec les réglementations.

### Applications : Gestion de la logistique inverse de deux types de produits industriels

Afin de mettre en œuvre l'architecture proposée nous avons étudié deux cas, basés sur des données industrielles. Le premier concerne la gestion de la logistique inverse d'un cycle de sport de type « *VTT* », le second, concerne la gestion du cycle de vie de téléphones portables (problématique de recyclage de produits ayant une durée de vie courte).

Dans le premier cas, toutes les données concernant différentes références de produits finis ont été saisies dans le système PLM, de même, nous avons intégré dans les agents des connaissances relatives à ces produits. Chaque produit, retourné auprès du constructeur, est inspecté par l'*InspectAgent* qui se charge de recueillir, auprès de l'acteur chargé de gérer la phase de retour des produits, les caractéristiques du problème posé (le pourquoi du retour de ce produit), il se charge également, par l'intermédiaire du *ServiceAgent*, de recueillir les informations techniques concernant le produit dans le système PLM : le type de produit, sa référence, sa nomenclature complète (produit fini et composants), ses différentes versions,...

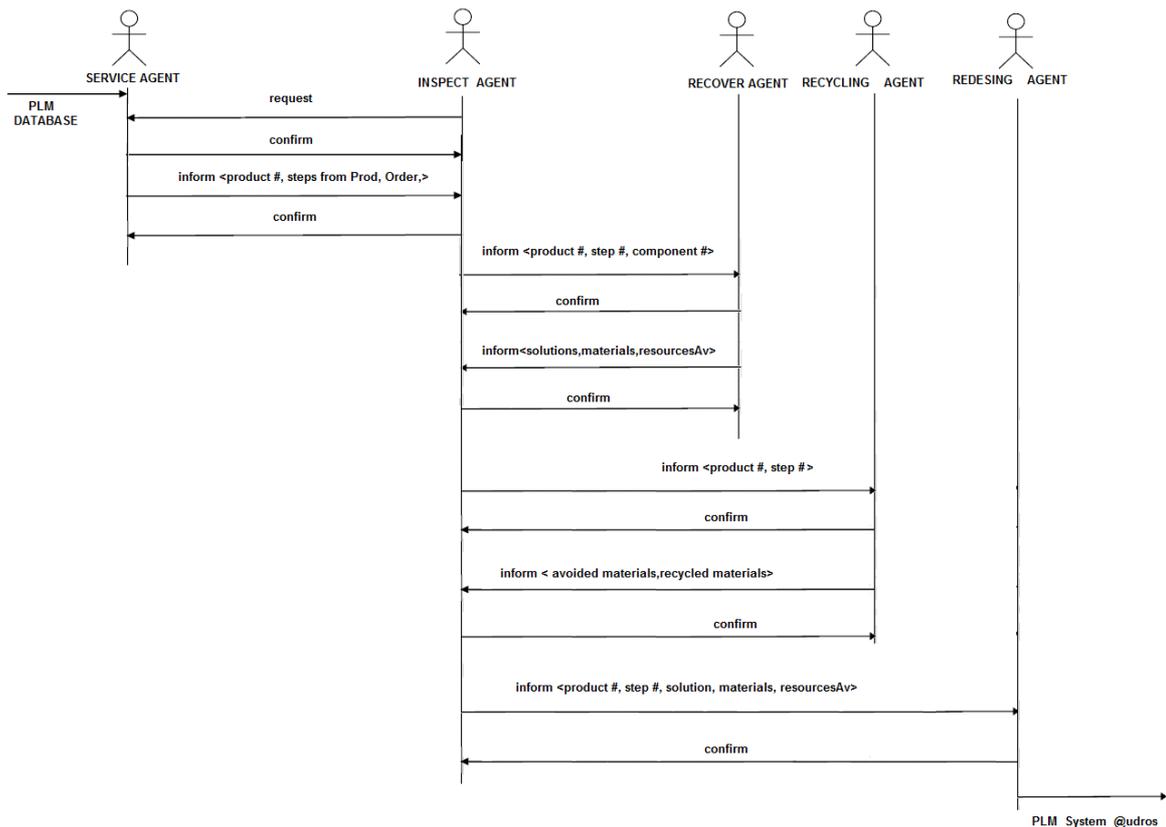


Figure 37. Extrait du modèle de communication entre Agents

Une fois les informations en sa possession, l'agent effectue une analyse du produit retourné, en interrogeant l'acteur responsable de la phase. A partir de ces données, l'agent va scruter sa base de connaissances (en utilisant les ontologies et les règles de gestion des connaissances) pour vérifier si ce type de problème est déjà survenu, et si oui comment le cas a été traité. Par exemple, si le VTT retourné est identifié comme étant un produit en fin de vie, certains de ces composants, tels que les freins et les pneus, sont destinés à la destruction (avec des recommandations issues de la réglementation sur la destruction des caoutchoucs par exemple). D'autres composants, tel que le cadre en carbone, sont destinés à être recyclés.

Suite à cette première analyse les autres agents sont mis à contribution pour traiter des thèmes qui les concernent, par exemple l'agent *DisposeAgent* se charge de la destruction et du recyclage des composants. Cet agent fait deux types de proposition : (i) *réglementaires*, s'il s'agit de recyclage ou de destruction de composants ou matières, et (ii) *économiques*, en se basant sur les *best practices*, s'il y a déjà eu des composants identiques pour lesquels il a fallu faire appel à des sociétés de recyclage par exemple. L'intérêt de ce système étant également de capitaliser les connaissances sur les expériences passées dans l'entreprise.

Dans le deuxième cas d'étude, concernant la problématique d'un produit électronique spécifique, le téléphone portable, dont le nombre de plus en plus croissant (cf. figure 38) entraîne des problématiques de recyclage. Nous nous sommes donc intéressés à la gestion de la fin de vie de ces produits qui par nature ont une durée de vie relativement courte. La question qui s'est posée concerne la manière dont les entreprises prennent en charge le recyclage et la destruction des composants électroniques qui les constituent.

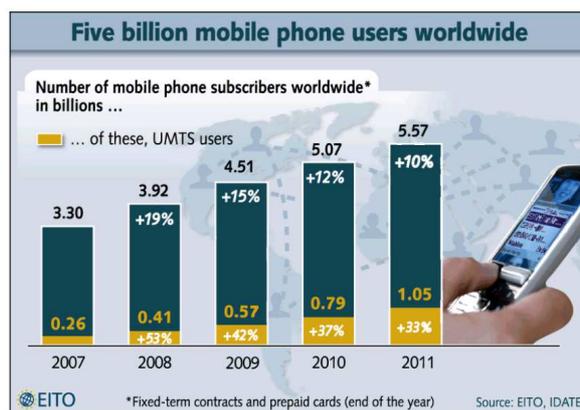


Figure 38. Evolution du nombre de téléphones portables dans le monde (source EITO)

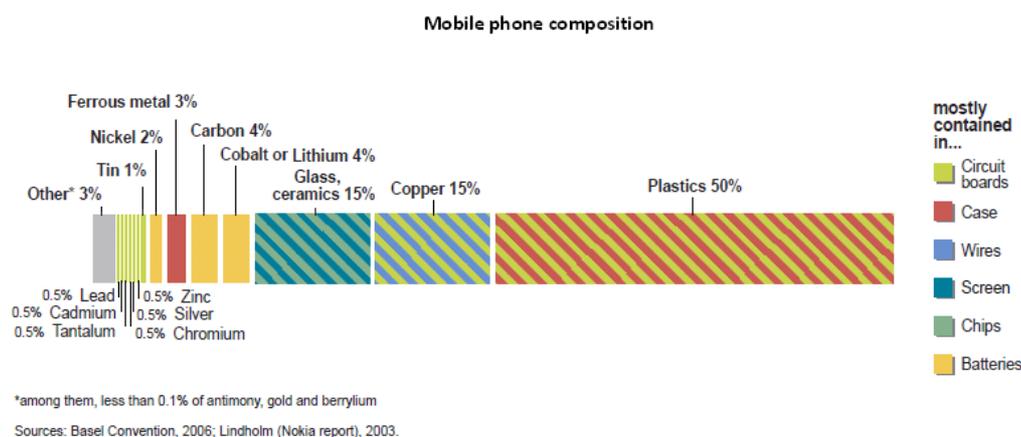


Figure 39. Composition moyenne des téléphones portables (Source Nokia)

Nous avons donc analysé les composants constituant les téléphones portables et identifié les réglementations liées à ce type de produit afin de construire les bases de connaissances et les ontologies correspondantes. Cette analyse a permis de définir des types de décision (en fonction du type de traitement) et l'impact environnemental de ces décisions. Nous nous sommes focalisés sur les réglementations spécifiques aux produits électroniques ainsi qu'à une directive concernant le traitement et le recyclage des batteries.

Agent	Decision making	Environmental impacts
Inspect	Cell phone's destination = recycle	<i>Extend component's life</i>
Disposal (recycle)	Listing type of materials composed of LCD on label (lead, mercury, copper, etc.) (ISO 14062 or the EU Eco-label)	<i>Reduce energy used by save operation time virgin raw material usage</i>
	Information of how to disposal lead, mercury, copper, etc. List of reusable parts/materials (speaker, microphone, lead, copper, aluminum, etc.)	<i>Less emission hazardous gas to environment because of the disposal instruction (REACH and RoHS)</i>
	List of substitution materials List of type of battery on its label	<i>Reduce recycling time and safety repair (ISO 14062 and REACH)</i>
	Reduce disassembly time	<i>Reduce resources and energy used during disassemble phase (ISO 14062)</i>

Tableau 5. Exemples de décisions et d'impacts environnementaux issus des réglementations.

Ces deux exemples nous ont permis de valider la faisabilité de l'approche proposée. Le premier a été l'occasion pour nous de concevoir les différents modèles (agents, base de connaissances), ainsi que les mécanismes de raisonnement et d'inférence, et de les implémenter. Le second cas d'étude nous a permis de mettre en œuvre le système en intégrant notre architecture avec un système d'information de type PLM (le système Audros) dans lequel toutes les données techniques (nomenclature, gammes,...) concernant le produit « téléphone portable » ont été saisies (cf. figure 40).

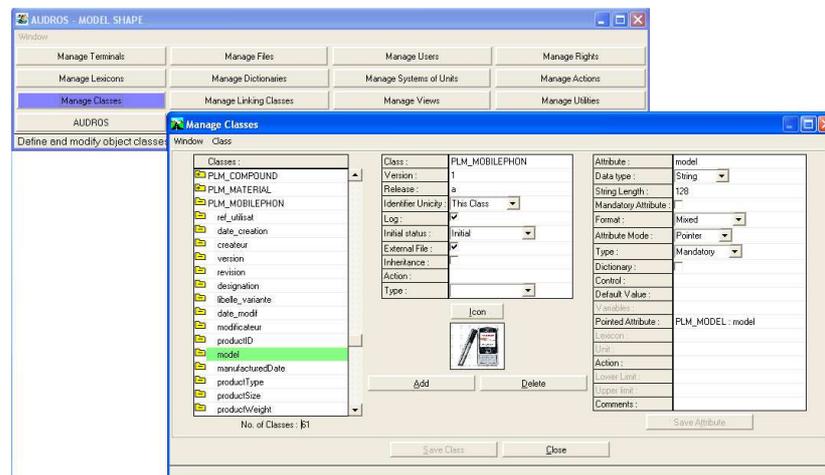


Figure 40. Exemple d'interfaces du système PLM @udros

Ces deux cas d'études concernant des produits industriels, de différents secteurs d'activité, ont permis de valider la pertinence de ce type d'architecture. Les éditeurs de solutions PLM se sont montrés intéressés par l'approche proposée. Cela laisse envisager des prolongements à ce type de travaux sur des problématiques de chaîne logistique durable en pleine évolution.

### 3.4 Bilan de l'axe et production scientifique

Nous avons étudié dans le cadre de cet axe de recherche les principes d'alignement des systèmes d'informations et des processus organisationnels dans les entreprises en réseau ainsi que le rapprochement entre processus *supply chain* et processus PLM. Nous avons proposé une approche d'interopérabilité par les modèles afin de rapprocher des systèmes d'informations hétérogènes. Nous avons également proposé un système de gestion des connaissances permettant de gérer la fin de vie des produits en intégrant les contraintes environnementales dans toutes les phases de leur cycle de vie. Les principaux résultats peuvent être résumés ainsi :

- **Intégration par les modèles des processus PLM et SCM** : mise en place d'un modèle global afin de prendre en considération l'ensemble des informations liées au cycle de vie des produits dans le cadre des chaînes logistiques.
- Une étude des architectures dirigées par les modèles pour définir une approche **d'interopérabilité dirigée par les modèles** permettant **d'intégrer les différents systèmes d'informations** et d'aligner ces derniers aux processus métier de l'entreprise.
- Une étude des différentes dimensions de la **qualité des données** et une classification des facteurs qui impactent cette qualité en se référant aux niveaux d'interopérabilité.

- Une validation sur **deux cas d'études industriels** de la qualité de données critiques dans le périmètre logistique du cycle de vie des « vaccins ».
- la spécification d'un **système de gestion des connaissances à base d'agents** permettant de **gérer la fin de vie des produits** et intégrant les **contraintes environnementales** dans toutes les phases du cycle de vie des produits.

### Contexte et responsabilités

- co-encadrement de la thèse de doctorat de Hichem Geryville en cotutelle avec l'Université de la Mer Egée (Grèce) « *Une architecture d'échange et de partage d'informations techniques d'un produit industriel : transformation et adaptation des connaissances dans un contexte Supply Chain* », 2008, Y. Ouzrout (40%), A. Bouras (40%), N. Sapidis (20%).
- co-encadrement de la thèse de doctorat de T. Manakitsirisuthi « *Proposition d'une architecture de gestion des connaissances liées à la fin de vie des produits : application à la logistique inverse* », Y. Ouzrout (50%) et A. Bouras (50%), *soutenance prévue en 2012*.
- Encadrement de sept masters recherche sur cette thématique : 3 dans le cadre du M2 recherche informatique/productique de Lyon, 3 dans le cadre de collaborations avec l'ENI de Sfax, et le dernier en collaboration avec l'Université de Sannio en Italie.
- co-encadrement la thèse de doctorat de Néjib Moalla ; thèse en convention CIFRE avec le groupe Sanofi Pasteur, « *Amélioration de la qualité des données dans l'industrie des vaccins – une approche d'interopérabilité dirigée par les modèles* », 2007, Y. Ouzrout (30%), G. Neubert (30%) et A. Bouras (40%).
- co-responsable, avec Abdelaziz Bouras et Gilles Neubert, d'un contrat industriel avec la société Sanofi Pasteur (de 2005 à 2007) dont l'objectif était de garantir la conformité des données de production utilisées dans l'ERP.
- co-encadrement du stage de DEA de Néjib Moalla DEA de Ecole doctorale Sciences Physiques et Mathématiques pour Ingénieur « *Approche Méthodologique pour le Pilotage de la Performance dans une Chaîne Logistique* », Y. Ouzrout (50%) et G. Neubert (50%).

### Synthèse des publications

2 co-encadrements de thèses de doctorat	[TH4-2008] et [TH5-2007]
7 Sujets de M2 Recherche entre 2001 et 2008	[MR17-2001][MR15-2002] [MR13-2004] [MR8-2006] [MR13-2004] [MR5-2008] [MR7-2007]
5 publications dans des revues internationales de 2009	[RI1] [RI2][RI4] [RI8] [RI10]
1 communication dans une revue nationale de 2004 à 2010	[RN1]
1 chapitre d'ouvrage collectif en 2007	[CL5]
13 communications dans des conférences internationales entre 2004 et 2011	[CI2] [CI15] [CI16] [CI7] [CI8] [CI22] [CI23] [CI25] [CI33] [CI34] [CI35] [CI29] [CI30]
3 communications dans des conférences, séminaires et colloques nationaux présentée entre 2007 et 2008	[CF3] [CF4] [CF6]
1 rapport de recherche dans le cadre du projet COPILOTE en 2005	[RP9]



## Chapitre 4 : Axe Ingénierie des connaissances dans le cadre de l'entreprise étendue

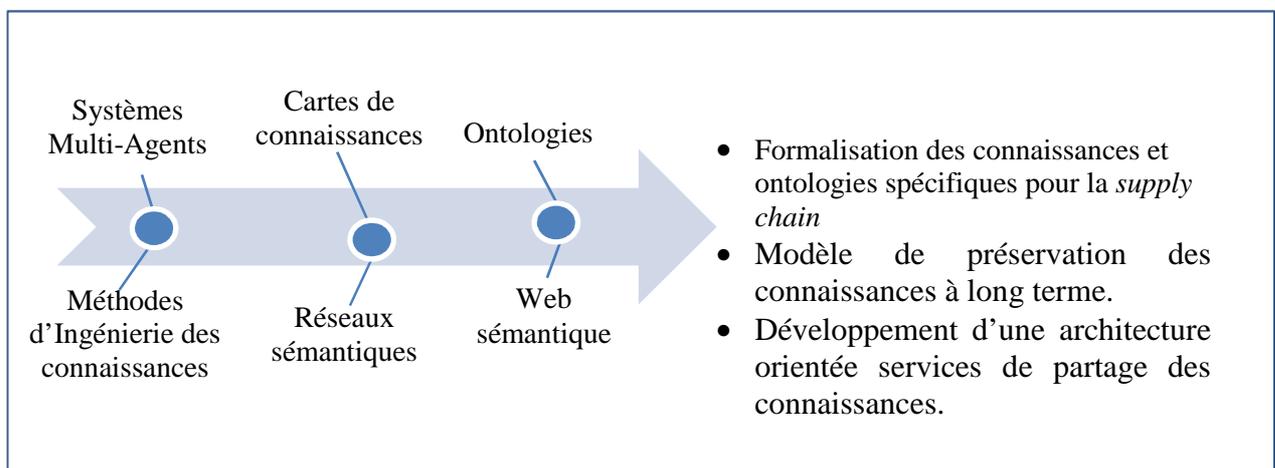
### Chapitre 4 : Axe Ingénierie des connaissances

#### 4.1. Problématique générale

#### 4.2. La gestion des connaissances dans les chaînes logistiques.

#### 4.3. Une architecture collaborative de gestion des connaissances pour les clusters.

#### 4.4. Bilan de l'axe et production scientifique.



---

## 4.1 Problématique générale

---

Dans ce troisième axe, nous nous sommes intéressés à l'ingénierie des connaissances qui joue un rôle primordial dans la mise en place de relations collaboratives dans les entreprises en réseau, en permettant de mieux appréhender la complexité, l'incertitude, et les différentes dynamiques auxquelles les organisations doivent faire face. En effet, la connaissance, qui est « *un ensemble d'informations (ensemble de données de type contraintes, règles, bonnes pratiques, expériences,...) ayant un sens pour une personne dans un contexte donné* » [Ermine, 00], est à la source de toutes les prises de décisions.

Nous avons traité, dans différentes contributions, des problématiques posées par la gestion des connaissances dans le cadre de l'entreprise en réseau et tenté d'illustrer le fait que la capitalisation et le partage de connaissances participent à l'amélioration de la maîtrise de la performance des organisations. Mais, avant de décrire plus en avant ces différentes contributions, il est important de situer, de manière globale, le contexte de l'ingénierie des connaissances dans le cadre de l'entreprise en réseau et des chaînes logistiques.

Les organisations peuvent démarrer une relation de collaboration pour innover et développer de nouveaux produits, accéder à de nouveaux marchés, dépasser des contraintes locales ou partager des risques [Staneck, 04]. Selon certaines études [Evrard-Samuel et al. 11], la collaboration sera d'autant plus efficace que l'on se place sur un créneau où la valeur apportée par le partenaire (en termes d'innovation, de services,...) est importante. Cela induit de se situer sur des secteurs où la concurrence ne porte pas uniquement sur les coûts mais sur la valeur ajoutée apportée, comme la différenciation, l'innovation, et la réponse à des besoins spécifiques.

En fonction des types de collaboration, la gestion et l'exploitation des connaissances est possible par l'intermédiaire d'outils de partage d'informations, ou au travers d'outils mettant en œuvre des raisonnements (outils d'aide à la décision, d'apprentissage, etc.), permettant la création de nouvelles connaissances au travers d'un phénomène d'appropriation de savoirs par les utilisateurs [Maier et al. 09]. Par exemple, le travail coopératif peut être une source utile de connaissance pour l'enrichissement d'une *Mémoire d'Entreprise*, au travers notamment d'une gestion des retours d'expériences.

De plus, et selon Nonaka [Nonaka, 98], les connaissances évoluent et se diffusent, selon une spirale, à travers quatre modes : la *formalisation* qui correspond au passage d'une connaissance collective implicite à une connaissance collective explicite. Elle nécessite de partager un langage et des concepts communs (les ontologies participent à lever ces difficultés). La *combinaison*, qui correspond à la génération de connaissances nouvelles induites ou déduites par le rapprochement de connaissances explicites. *L'internalisation* correspond au passage inverse de la formalisation. Elle représente l'enracinement de la connaissance explicite dans des séquences pouvant atteindre le stade du réflexe, de l'automatisme, et devant normalement s'accompagner de gains d'efficacité. La *socialisation* résulte de l'interaction des individus au sein d'un groupe. L'acquisition de la connaissance s'effectue par observation consciente ou inconsciente, par imitation, ou par partage d'expériences, sans qu'elle ait recours à un langage ou à une codification préétablie.

Au fur et à mesure que cette spirale s'élargit, les acteurs interagissent entre eux et avec leur environnement (organisations, clients, fournisseurs,...). Ces interactions permettent d'échanger et de partager leurs expériences, leurs observations et donnent la base à la création et à la transformation de la connaissance personnelle en connaissance organisationnelle.

La co-construction des connaissances est alors un élément fort, en adéquation avec la théorie de la structuration [Giddens, 87] [Rojot, 03] sur laquelle nous avons fondé notre travail.

Nous allons présenter dans cette partie, des travaux de recherche effectués dans le cadre de deux thèses de doctorat ayant donné lieu à un contrat industriel (société Mirima), une participation à un projet de recherche (COPILOTE) et à une convention de cotutelle dans le cadre d'un projet européen (Asia-Link). Ces deux thèses ont eu pour finalité la proposition d'architectures collaboratives de gestion des connaissances dans le cadre d'entreprises en réseau et de chaînes logistiques.

Ces travaux sont venus compléter les travaux de recherche présentés en amont, aussi bien sur la modélisation des processus collaboratifs, que sur la dimension ingénierie des systèmes d'informations et le développement de nouvelles architectures permettant non seulement de partager et d'échanger de l'information, mais également de gérer et de capitaliser les connaissances acquises dans le cadre de relations collaboratives entre acteurs de chaînes ou de groupements d'entreprises.

*Les principaux résultats et contributions sont :*

- *la mise en place d'une architecture d'échange et de partage de connaissances pour les chaînes logistiques. Ces travaux se sont effectués dans le cadre d'une collaboration avec une PMI, dans le cadre de la thèse de Laurent Buzon, et avaient pour objectif de développer une architecture de formalisation, de partage et de capitalisation des connaissances dans l'optique d'une meilleure gestion des relations de cette société avec ses différents partenaires au sein de sa chaîne logistique (Chapitre 4 - section 4.2)*
- *la capitalisation et le partage de connaissances dans le cadre de cluster ou de groupements d'entreprises. Ces travaux ont eu lieu dans le cadre d'un projet Européen (Asia-Link – East-West), nous avons accueilli au sein du laboratoire LIESP un doctorant en cotutelle de l'Université de Chiang Mai, Pradorn Sureephong, qui a travaillé sur la problématique de la collaboration et du partage d'information et de connaissances dans le cadre des clusters d'entreprises (Chapitre 4 - section 4.3)*

---

## **4.2 Architectures de gestion des connaissances pour l'entreprise étendue**

---

### **4.2.1 Contexte et objectifs**

Des éléments de gestion des connaissances existent déjà dans les entreprises, tels que les manuels qualité ou les référentiels métiers, mais ils restent souvent au niveau local et ne prennent pas en compte la dimension globale de la chaîne [Evrard-Samuel et al. 11]. L'objectif de ces travaux de recherche est de faciliter la mise en œuvre d'une démarche de gestion des connaissances favorisant la diffusion d'une culture de partage et d'échange de connaissances dans le cadre de relations entre entreprises.

Les relations entre entreprises ne sont pas statiques du fait de l'évolution constante de leur environnement. Elles ont besoin d'évoluer pour s'adapter à ces changements, ce qui les incite à échanger des connaissances dans le cadre de projets d'amélioration ou d'innovation. Nous reprenons la définition de Turner et Muller [Turner et Muller, 03] qui définissent un projet

comme « *une organisation temporaire avec des ressources propres pour atteindre un ensemble d'objectifs défini par un ensemble de critères dans un cadre d'incertitude* ».

Nous avons considéré que l'information est le support du transfert de connaissances. Ainsi, les connaissances sont propres à chaque individu et sont le résultat de l'interprétation de l'information dans son référentiel. Selon Ermine [Ermine, 00], ce référentiel comprend la sémantique que l'individu attache à cette information et le contexte dans lequel elle est intégrée. Gérer les connaissances consiste donc à gérer les informations en prenant en compte leur *contexte* : l'environnement et les circonstances particulières relatives à l'information, et leur *sémantique* : la signification de l'information permettant son interprétation par autrui [Jennex, 08]. Cette signification peut être construite à partir d'ontologies représentant des relations entre des objets, des idées ou des situations permettant de lever les ambiguïtés.

L'ontologie est un moyen puissant de lever les ambiguïtés dans les échanges en donnant une représentation explicite de la sémantique d'un domaine donné pour améliorer la communication, qui à son tour permet une plus grande réutilisation, un partage plus large et une interopérabilité plus étendue. L'ontologie sert de cadre unificateur pour des points de vue différents [Uschold, 98]. En restreignant le sens des termes du domaine, elle rend possible la collaboration entre les personnes, en assurant que l'ensemble des utilisateurs font les mêmes distinctions et utilisent les mêmes termes avec le même sens [Dieng 00].

Afin de construire des ontologies l'approche orientée connaissance se base sur une phase de capitalisation consistant à recenser puis à modéliser les connaissances en intégrant une sémantique et un contexte pour former des bases de connaissances. Ces bases font par la suite l'objet de traitement pour faciliter la restitution des connaissances et la prise de décision des utilisateurs. Une démarche de gestion de connaissances pose néanmoins des problèmes en termes d'identification, d'explicitation et de modélisation [Jennex, 08]. Différentes méthodologies telle que CYGMA [Serrafero, 00], CommonKADS [Schrieber et al. 00] MOKA [MOK, 01] ou MKSM/MASK [Van Berten et Ermine, 06], ont été mises en place dans le domaine de l'ingénierie des connaissances dans le but de répondre à ces difficultés.

Quelques travaux de recherche concernant les solutions d'échanges des connaissances au sein de la chaîne logistique ont été développés. On peut citer à titre d'exemple les travaux de Boughzala [Boughzala, 01] sur la conception d'un portail d'échange de connaissances pour la filière textile. La solution développée facilite les transactions au sein de la filière à travers l'archivage des éléments des transactions mais ne laisse de la place à l'échange des connaissances que dans la mise en place d'un forum. Craighead et al. [Craighead, et al. 09] présentent une étude sur l'impact de la connaissance partagée dans la performance globale des chaînes logistiques. Ils s'appuient sur une étude concernant près de 500 entreprises pour faire le lien entre performance et capacité des entreprises à innover et à développer et partager leurs connaissances et leur capital intellectuel.

Evrard-samuel et al. [Evrard-Samuel et al. 11] proposent, quant à eux, un cadre méthodologique pour la gestion des connaissances pour les chaînes logistiques. Cette méthode s'intéresse principalement aux relations entre partenaires et à leur motivation pour le partage et l'échange de connaissances. Le projet PICK [Fischer et al, 00] visait à développer des méthodes pour la gestion des connaissances nécessaires aux processus d'amélioration dans l'industrie manufacturière. La méthode proposée combine le raisonnement à base de cas, les règles d'inférence et la modélisation de diagnostics. La solution développée a été utilisée dans les secteurs de l'automobile et de l'aérospatial. Cependant, ce projet traite plus de l'utilisation des connaissances que de leur organisation et n'intègre pas les comportements des utilisateurs du système. Huang et Lin [Huang et Lin, 10] spécifient une architecture d'échange de connaissances pour les chaînes logistiques qui se base sur le web sémantique et sur les

principes d'interopérabilité des systèmes. Ils utilisent un modèle de connaissances semi-structurées permettant de prendre en compte des connaissances explicites et tacites.

C'est dans ce contexte scientifique que nous nous inscrivons, l'objectif pour nous est d'envisager des solutions de structuration, de capitalisation et d'échanges des connaissances tenant compte des types de relations existants dans des contextes de chaînes logistiques et de clusters d'entreprises, ainsi que des comportements des acteurs de ces relations.

#### **4.2.2 KEinSC : une architecture d'échange de connaissances pour la chaîne logistique**

En nous basant sur les travaux de [Ganeshan, 98], et sur les synthèses issues de nos travaux dans le cadre du projet COPILOTES [Copilotes, 06], nous avons distingué trois grandes catégories de projets dans les chaînes logistiques, selon les traditionnelles dimensions utilisées en génie industriel :

- *La perspective stratégique* : on peut distinguer les projets portant sur la compréhension de la dynamique de la chaîne logistique, les projets portant sur la « conception » de la chaîne, sur le développement d'avantages compétitifs pour les entreprises partenaires, et les projets qui se focalisent sur l'évolution des stratégies collaboratives des entreprises.
- *La perspective tactique* : on peut distinguer quatre principaux domaines de projet : le développement des relations inter-entreprises, la gestion des opérations intégrées, l'intégration des SI, et l'amélioration de l'échange et du partage d'informations.
- *La perspective opérationnelle* : l'attention porte sur les projets concernant les activités des entreprises dans le cadre de la chaîne logistique et sur les mesures de contrôle : gestion des stocks et des flux physiques, coordination de la planification, spécification du partage d'informations, et développement d'outils de contrôle et de pilotage opérationnel.

Cette classification des types de projet permet aux acteurs de la chaîne de se positionner et de positionner leurs relations dans un rapport à moyen ou long terme. Cependant, un projet commun peut être stratégique pour une entreprise et l'être moins pour ses partenaires. Pour cela, avant d'aligner et de synchroniser les opérations et les flux d'informations des parties prenantes, il est nécessaire d'aligner et de synchroniser les objectifs des acteurs avant d'envisager la mise en place de systèmes de partage d'informations et de connaissances.

L'originalité de notre approche a donc été de confronter une approche basée à la fois sur les Sciences de l'Ingénieur et sur les Sciences Humaines afin de proposer un système permettant l'échange de connaissances dans le cadre de projets regroupant les acteurs d'une chaîne logistique. Nous avons repris des éléments des projets présentés plus haut en retenant l'importance des interactions sociales pour le bon déroulement des projets collaboratifs, l'utilisation d'un système support à cette collaboration permettant de prendre en compte les éléments sociaux et organisationnels.

Nous nous sommes focalisés sur une approche relative à la chaîne logistique, en cernant certains processus types afin d'identifier les relations qui doivent faire l'objet d'échange de connaissances et les projets susceptibles d'être menés de manière collaborative et dans lesquels des connaissances peuvent être échangées. La démarche que nous avons proposée a donc consisté, dans un premier temps, à identifier les objectifs stratégiques des entreprises afin de cerner les projets à mettre en œuvre et de choisir les partenaires permettant à ces entreprises de mener à bien leurs objectifs (on retrouve ici la notion de pouvoir et de maîtrise issus de l'analyse structurationniste [Giddens, 87] [Rojot, 03]).

L'échange des connaissances se produit lors de la réalisation des projets au sein des différentes relations inter-organisationnelles dans la chaîne logistique. L'objectif de la démarche présentée dans la figure 41 est d'aider les acteurs de la chaîne logistique à échanger des connaissances avec leurs partenaires. Les deux premières parties « *analyse du contexte* » et « *définition de la collaboration* » sont propres à chaque entreprise mais la dernière partie, « *mise en œuvre* », est commune aux acteurs de la relation.

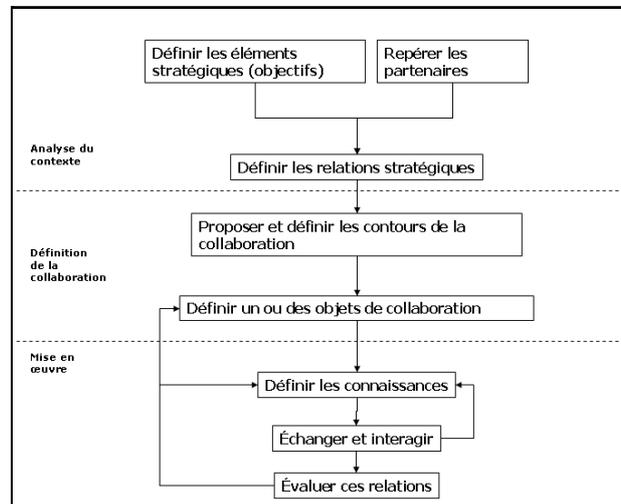


Figure 41. Démarche de gestion des connaissances pour les chaînes logistiques.

La démarche mise en place a permis de proposer un certain nombre de contributions que nous allons détailler :

#### 4.2.2.1. Les fiches de connaissance

Dans l'analyse du contexte des relations, l'explicitation et l'échange des informations sources de connaissance se fait par l'intermédiaire de fiches de connaissances [Buzon et al, 03] [Buzon et al, 06] (cf. figure 42).

<b>Auteur (s) :</b>	XXXX	<b>Projet :</b>	Assise bois	} Métadonnées issues des fichiers OWL
<b>Relation (s) :</b>	Mirima - FB	<b>Chaîne logistique :</b>	Mirima	
<b>Activité :</b>	Mirima - Planifier la production	<b>Activité :</b>	FB - Planifier la production	
<b>Point de vue :</b>	Organisation	<b>Nature :</b>	Méthode	

Description textuelle {

Référence(s) (personne [connaissances tacites] ou document) {

**Processus de production**

Fabrication de tabouret à partir des principaux éléments.

**Illustration :**

**Référence :**

<b>Document :</b>	
<b>Acteur :</b>	Polisseur - Responsable production Chomeur - Responsable production Mirima - Responsable de Production ...

**Connaissances liées :** [R] Mirima - Galette

} Illustration (UML en fichier XMI) ou image ou autre fichier

} Réseau de connaissances issue du fichier OWL

Version 1.0 Historique

**Message 1 créé le 18/02/2003 par XXXX**

Le fournisseur de la structure bois de l'assise se situe en amont de la confection de l'assise (assemblage) en liaison avec le sous-traitant mousse.

} Remarques

Figure 42. Description d'une fiche de connaissance.

Pour en faciliter l'analyse, le traitement et l'utilisation, ces fiches de connaissance sont structurées de manière à intégrer des éléments nécessaires à la gestion des chaînes logistiques. Nous avons utilisé le formalisme UML, pour modéliser les liens sémantiques entre les éléments de connaissances, ce qui a permis de donner une unité sémantique à ces fiches tout en respectant un formalisme standard.

Nous avons également défini le rôle des acteurs au niveau des relations et des projets associés, et décrit des processus favorisant la formulation des fiches de connaissance, leurs modifications et la définition des commentaires. Cela a permis de mettre en avant l'aspect interactif et collaboratif renforçant le sentiment de travail en commun.

Afin de favoriser la création et la diffusion des connaissances, nous avons proposé une architecture facilitant la création de liens et de lieux de communauté entre les différents acteurs et assurant une fluidité des flux de connaissances et le partage de différents points de vue, menant à la création de nouvelles idées et connaissances [Buzon et al, 06]. Nous nous sommes appuyés sur une approche web qui propose des services permettant l'interaction entre les acteurs. De la même manière, et afin de faciliter la co-construction des connaissances, nous avons développé une architecture reposant sur la notion de Wiki [Cunningham et al, 01]. L'interface des fiches de connaissances permet de faire évoluer les connaissances et d'accéder à l'historique des modifications faites au fur et à mesure des versions.

#### 4.2.2.2. *Les ontologies*

Afin de faciliter le traitement automatique des fiches de connaissance, et la compréhension de ces connaissances par les utilisateurs, nous avons utilisé deux types d'ontologies :

- dans le premier type, l'ontologie présente les éléments de description de la fiche de connaissance : définition d'un auteur, définition du titre comprenant le projet et le nom de la fiche de connaissance,... Une fiche faisant référence à plusieurs concepts de l'ontologie, nous avons utilisé une ontologie descriptive (ontologie du *Dublin Core*).
- le deuxième type d'ontologie permet d'illustrer la sémantique des fiches de connaissance. Nous nous sommes basés sur une ontologie de domaine qui décrit les concepts du domaine à travers les fiches de connaissance (instance du concept) et de leurs relations.

Chaque projet et chaque fiche de connaissance sont décrits par des métadonnées. Pour cela, nous avons introduit l'approche normalisée proposée par le W3C pour la gestion des métadonnées [Berner-lee, 01]. Le classement et l'indexation des documents se fait par le biais d'ontologies. En reprenant la démarche du web sémantique, les fiches de connaissance sont décrites par des métadonnées faisant référence à une ou plusieurs ontologies qui permettent au système d'en interpréter le contexte.

Les fiches de connaissance peuvent ainsi faire l'objet de recherche en adéquation avec les types de problèmes rencontrés. Pour favoriser l'accès et la diffusion des fiches de connaissance, nous avons utilisé des standards des technologies web tel que XML, ainsi que langage de sérialisation des spécifications UML et XMI (*XML Metadata Interchange*).

Afin de construire les ontologies (cf. figure 43 (a) et (b)), la démarche a été, dans un premier temps, de représenter graphiquement les concepts que décrivent les éléments de connaissance par projet sous la forme de réseaux sémantiques. Les relations sémantiques permettant aux utilisateurs de mieux comprendre le contexte des fiches de connaissance.

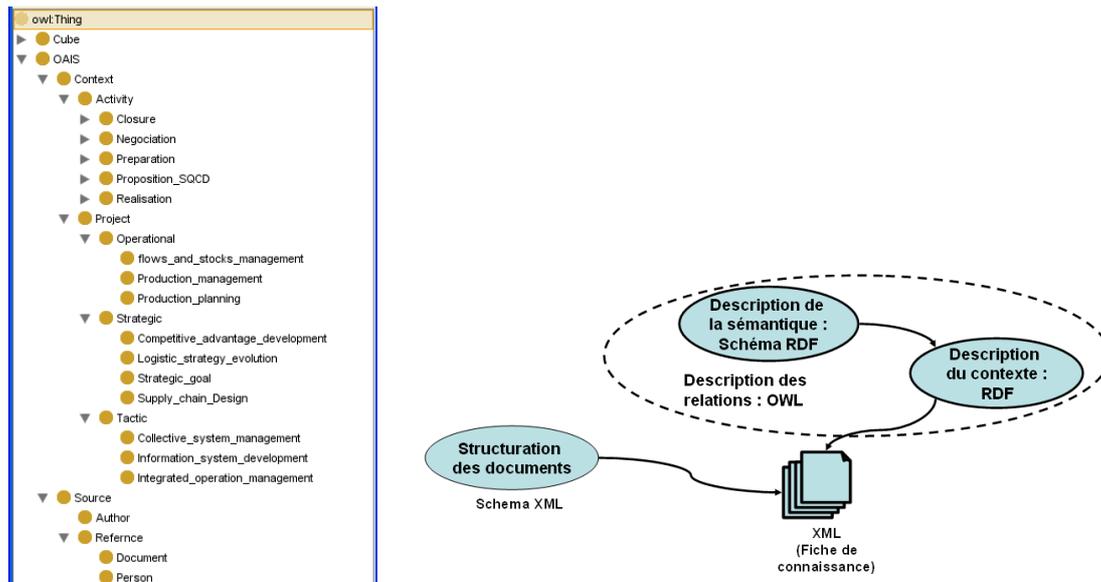


Figure 43. (a) illustration de l'ontologie : contexte des fiches de connaissance.  
 (b) Articulation des langages utilisés

La première ontologie créée a permis de définir les éléments qui permettent d'indexer les fiches de connaissance. La deuxième reprend quant à elle, les éléments utiles pour décrire le contexte, elle regroupe l'ensemble des activités du projet, la typologie des projets, ainsi que les éléments permettant de décrire les sources des fiches de connaissance. Les fichiers OWL (*Ontology Web Langage*) contenant les ontologies sont utilisés par le système pour indexer les fiches de connaissance ; chaque fiche ayant une URI spécifique, l'annotation se fait en reliant ces URIs aux concepts de l'ontologie. Afin de diffuser ces ontologies nous avons utilisé les langages RDF (*Resource Description Framework*), RDFS (*Ressource Description Langage Schema*), et l'extension OWL standard du W3C, pour l'annotation de documents.

#### 4.2.2.3. Pérennisation des connaissances

Concernant la capitalisation et la pérennisation des connaissances, nous nous sommes appuyés sur le standard OAIS (*Open Archiving Information System*) [CCSDS, 05] qui vise à gérer la préservation des données en s'assurant qu'elles seront compréhensibles sur le moyen et long terme. L'archivage pérenne du document numérique, a pour objet d'assurer une triple fonction : conserver le document, le rendre accessible, et en préserver l'intelligibilité. Une architecture respectant ces préconisations s'inscrit entre le producteur et le consommateur de l'information en prenant en compte les évolutions temporelles. Cela a été intéressant dans notre cas pour permettre la capitalisation des connaissances.

Le modèle OAIS (cf. figure 44) repose sur l'idée que l'information doit être sauvegardée tout en conservant les éléments de description de cette informations, le **PDI** (*Préservation Description Information*), qui est constitué de la source, du contexte, et d'un identifiant unique. La protection du contenu constitue des paquets qui ne sont pas les mêmes que l'on soit en train de produire l'information, de la conserver, ou de la communiquer à un utilisateur.

Il existe trois sortes de paquets d'information : les *paquets de versement* (**SIP**) préparés par les producteurs à destination de l'archive, les *paquets d'archivage* (**AIP**) transformés par l'archive à partir du SIP, et les *paquets de diffusion* (**DIP**) transformés par l'archive à partir de l'AIP dans une forme plus facile à communiquer sur le réseau. Dans chaque paquet on retrouve des fichiers qui correspondent au document que l'on veut conserver, les fiches de connaissance dans notre cas, et des informations sur ce document, i.e. des métadonnées.

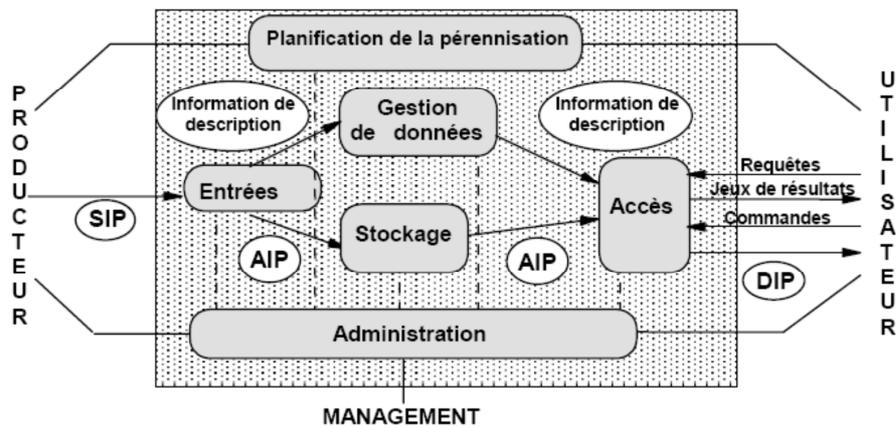


Figure 44. Le modèle fonctionnel de l'OAIS [CCSDS, 05]

C'est à travers les annotations des éléments de connaissance que nous avons pris en compte la démarche de l'OAIS. L'annotation intègre les éléments de pérennisation des fiches de connaissance et reprend les informations du DIP. La description de la source apparaît à travers la description des auteurs et de la relation intégrant cette connaissance. De même, la description du contexte est liée au projet réalisé ainsi qu'aux organisations impliquées dans la création et l'utilisation des fiches de connaissance. L'identifiant unique apparaît en associant le nom de la connaissance et le nom du projet et de la relation la concernant. Ainsi, les fiches de connaissance restent compréhensibles par la communauté membre du projet à l'origine de la création de la connaissance. La protection du contenu est gérée à travers le Wiki et son historique. Chaque version des fiches de connaissance, avec l'ontologie associée, est sauvegardée afin d'en protéger le contenu.

#### 4.2.2.4. L'architecture KEinSC proposée

De façon à réaliser l'ensemble de ces services, nous avons développé une architecture (cf. figure 45) qui comprend un serveur web (*Apache*) pour les interfaces et un serveur d'application PHP pour le traitement des données d'entrées. Le serveur de base de données PHP MyAdmin est l'interface entre la base de données MySQL et le serveur d'application PHP. Le composant *Sablotron* de PHP permet de traiter les flux de documents XML en fonction des feuilles de styles XSLT et de les transformer en HTML. Le serveur web permet de diffuser les données et de les rendre accessibles au navigateur web du client.

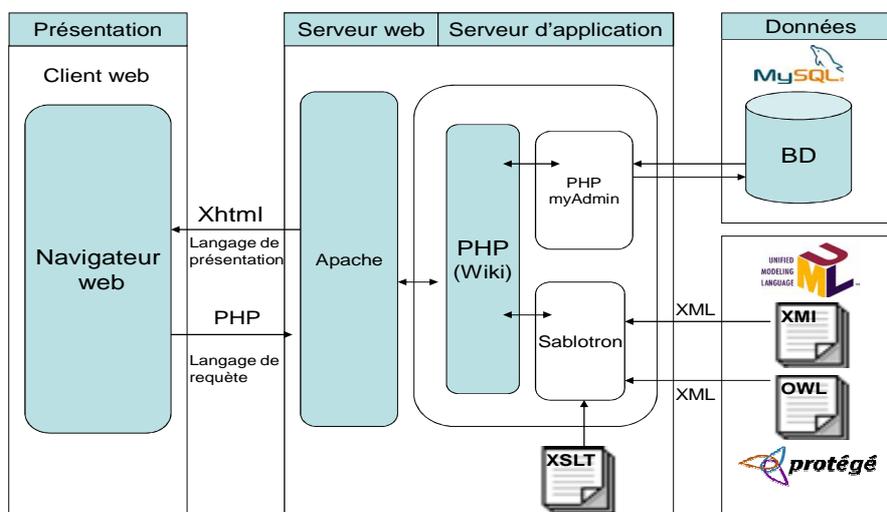


Figure 45. L'architecture web proposée.

## Application : une architecture de gestion des connaissances pour la société Mirima

Afin de valider les concepts proposés, nous avons mis en œuvre notre démarche dans une entreprise de la région Lyonnaise, la société Mirima, un fabricant de mobilier (sièges) pour des enseignes de luxe. Cette application industrielle, portant sur la chaîne logistique du produit « *tabouret* », nous a permis d’appréhender les relations et les projets relatifs à deux clients et deux fournisseurs principaux de la société, et de mettre en œuvre la capitalisation et le partage des connaissances. Que ce soit en interne ou en externe, les connaissances échangées sont essentiellement implicites et tacites (par le biais de contacts téléphoniques, de réunions, de contacts directs...). En effet, les relations étant basées sur la confiance, les acteurs ne ressentent pas le besoin de formaliser les exigences régissant les conditions des échanges. Chaque projet et chaque commande non-routinière font l’objet d’échanges avec les partenaires, ce qui assure une circulation et une mise à jour constante des connaissances. C’est à travers cette structure en réseau que les connaissances s’enrichissent, évoluent et se diffusent facilitant la compréhension mutuelle.

Les produits Mirima sont classés en trois grandes gammes : habitat collectivité, siège professionnel, et restauration. La gamme habitat-collectivité compte 26 modèles qui peuvent être déclinés en couleurs différentes, et en plusieurs combinaisons d’assises et de dossiers. La gamme siège professionnel est également constituée de 26 modèles auxquelles se rajoutent toutes les variantes de couleurs et de combinaisons entre assises et dossiers (cf. figure 46).



Figure 46. Mirima : gamme de produit « Siège Professionnel »

Nous avons choisi d’étudier une relation spécifique entre les sociétés Mirima et Chanel. Les fiches de connaissance relatives à cette relation ont été formalisées, leur exploitation a pu s’effectuer grâce aux liens sémantiques décrivant les activités de la relation (cf. figure 47).

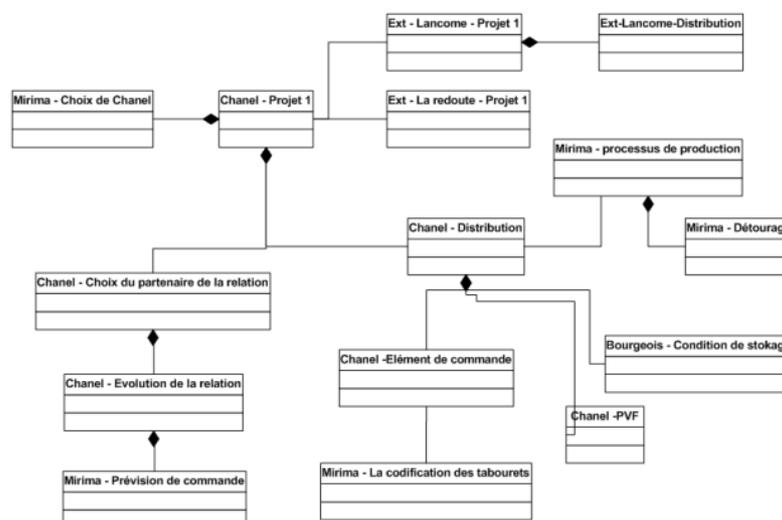


Figure 47. Ontologie issue de la relation *Mirima-Chanel*

Ces liens sémantiques, définis dans les fiches de connaissance, permettent de naviguer facilement au sein du réseau sémantique représenté par l'ontologie décrite dans la figure 48. L'ontologie a permis d'inciter les utilisateurs à naviguer au travers des éléments de connaissance afin de mieux comprendre les différents aspects de cette connaissance.

<b>Auteur (s) :</b>	XXXXX	<b>Projet :</b>	Chanel - 1
<b>Relation (s) :</b>	Mirima - Chanel	<b>Chaîne logistique :</b>	Chanel
<b>Activité :</b>	Mirima: Etablir une proposition	<b>Activité :</b>	Chanel : Validation de la proposition
<b>Point de vue :</b>	Partenaire	<b>Nature :</b>	Anticipée

**Description :**

**Evolution de la relation**

Le cahier des charges des tabourets est renouvelé tous les 3 à 4 ans, ce qui correspond au rythme de changement de mode dans le secteur du mobilier. Cela se répercuta sous la forme de nouvel appel d'offre de la part de Chanel tous les 3 ou 4 ans.

**Illustration :**

Année	Nb de pièce
2005	0
2006	90
2007	40
2008	0

**Référence :**

**Document :**

- Planning de renouvellement du catalogue mobilier

**Acteur :**

- Responsable Marketing Chanel

**Connaissances liées :**

- [C]Chanel - Choix de Mirima

Version 1.0 Historique

Message 1 : crée le 18/02/2006 par XXX  
 Cette durée de renouvellement du cahier des charges tend à se réduire.

Terminé

Figure 48. Fiche de connaissance : Chanel - Evolution de la relation

De la même manière, nous avons analysé d'autres relations entre la société Mirima et un certain nombre d'autres clients (Lancôme, La Redoute,...) et de fournisseurs (fabricant bois, chromeur,...). Et nous avons bâti ainsi des fiches de connaissances, des ontologies, et des outils de recherche et de partage de la connaissance qui ont permis à la société d'envisager de capitaliser sur les expériences passées et de mieux anticiper et préparer les relations avec ses partenaires dans le cadre de projets futurs (clients et/ou fournisseurs).

Nos principales préoccupations dans le cadre de la mise en place de l'architecture support de la démarche étaient la facilité d'utilisation et la pérennisation des connaissances. Ainsi, grâce aux technologies web, le système développé s'intègre dans l'environnement de travail des utilisateurs tout en leur proposant des services facilitant l'échange de connaissances.

L'application de notre démarche sur le cas de la société Mirima a mis en avant la réutilisation des connaissances dans le cadre de projets commerciaux, tels que ceux avec Chanel, et leur évolution dans le cadre de projets de sous-traitance. De plus cela a aidé l'entreprise à gérer ses relations car l'implication des acteurs dans le projet est source de confiance et de relation à long terme. Au niveau de la structuration des relations, l'entreprise a plus de visibilité sur l'évolution et la maturité des relations inter-organisationnelles, et sur la structuration de la chaîne logistique et ses projets. La formalisation des fiches de connaissance par projet facilite la réutilisation de ces éléments dans d'autres projets ou relations similaires.

Cette étude a également montré les limites de notre démarche concernant l'échange des connaissances tacites, difficiles à capturer et à formaliser. Nous nous sommes également rendu compte, dans le cas de projets nécessitant une certaine réactivité, que les utilisateurs ne prennent plus le temps de contribuer à la formalisation des connaissances. Cependant, ils continuent à consulter les fiches de connaissance déjà modélisées dans les projets précédents. Enfin, la mémoire organisationnelle est distribuée et hétérogène, la population de ses utilisateurs également. L'utilisation des systèmes distribués à base d'agents pourrait donc être une piste intéressante pour améliorer notre proposition.

### 4.3 Une architecture de gestion des connaissances pour les clusters

Depuis que le concept de cluster industriel a été théorisé par Porter [Porter, 98], il a été largement développé par de nombreuses PME afin d'améliorer leur compétitivité et leur capacité à répondre à des appels d'offre auxquels elles n'auraient pas accès individuellement. M.E. Porter a décrit deux formes de réseaux, le réseau vertical, dans lequel les entreprises sont liées par des relations clients/fournisseurs (*supply chain*), et le réseau horizontal qui regroupe des entreprises qui interviennent sur un marché identique, qui utilise des compétences et technologies similaires. Un cluster peut être vu comme "un regroupement d'entreprises et d'institutions (universités, agences gouvernementales, associations,...), géographiquement proches, dans un secteur d'activité particulier, liées par communautés et complémentarités" [Porter, 08].

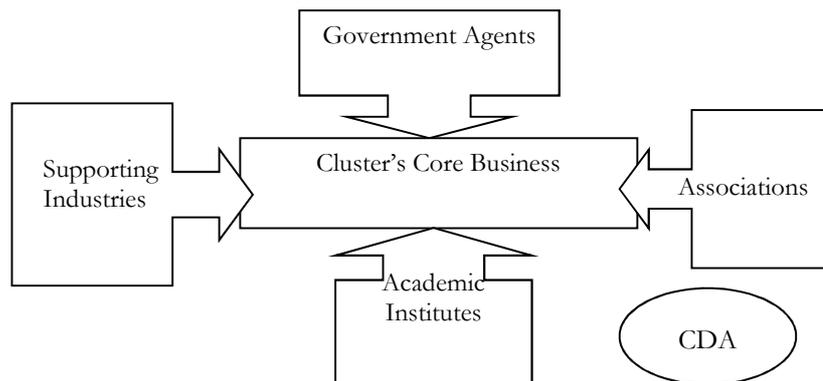


Figure 49. Composition des clusters [NESDB, 04]

L'objectif d'un cluster est de définir une organisation commune, qui en créant du lien entre des entreprises souvent concurrentes [DTI, 05] permet de favoriser la coopération (coopération et compétition) [NESDB, 04], par l'échange et le partage d'informations, de connaissances, et par l'innovation. Autrefois très centré sur une région géographique [Doeringer et Terkla, 95] [Rosenfeld, 00], le périmètre des clusters s'étend désormais grâce aux capacités des technologies de l'information. La collaboration permet de générer des flux formels et informels de connaissances qui permettent un apprentissage collectif et créent au sein du cluster une communauté de savoir « *knowledge community* » qui améliore les performances de chaque participant [Huxham, 96]. Cette collaboration dans les clusters peut avoir différents objectifs : augmentation des parts de marché, amélioration du service client, développement de nouveaux produits, amélioration des compétences, économies d'échelles, etc. [Parker, 00] [Horvath, 01] [McLaren et al, 02] [McCarthy et Golilic, 02].

Même si une majorité des clusters sont performants et permettent aux entreprises qui les constituent de progresser, beaucoup restent fragiles ou ne se développent pas aussi rapidement qu'ils le souhaiteraient. L'une des principales difficultés vient du fait qu'il n'existe pas de

démarches méthodologiques permettant d'initier ce type de projet collaboratif, impliquant des acteurs souvent en concurrence et n'ayant pas l'habitude de travailler ensemble. Ce point critique impose la création d'un cadre de collaboration suffisamment fort permettant de maintenir et de développer la structure [Rosenfeld, 00].

Différents travaux de recherche identifient trois facteurs clés de succès pour la pérennité des clusters : *la collaboration, la création et le partage de connaissances*, et *la présence d'un acteur de développement (Cluster Development Agent - CDA)* [DTI, 05] [Sölvell, 03]. Un certain nombre de méthodes ont été proposées pour analyser et évaluer les clusters, aussi bien dans leur phase de création que dans les phases de développement et de maturité : le *HHH framework* [Humphrey, 08], le *Diamond model* de Porter [Porter, 98], le modèle UNIDO [Dawson et Paris, 03], etc. Néanmoins, l'accompagnement de la démarche de conception et de mise en place d'un cluster reste encore peu évident.

L'étude de Young et Molina [Young et Molina, 03] montre que l'application de la gestion des connaissances pour le développement des clusters peut favoriser la réussite de la collaboration et peut permettre de créer les conditions de pérennisation des clusters. Bien qu'il y ait un consensus dans de nombreuses études [Liao, 10], [Østergaard, 09], [DTI, 05] [Porter, 08] sur l'importance significative du partage de connaissances dans la performance d'un groupement d'entreprise ou cluster, peu d'études ont proposé des méthodologies génériques pour créer, formaliser, partager et mettre à jour la connaissance dans les clusters.

Dans ce contexte, nous avons proposé un système de gestion des connaissances pour soutenir les activités collaboratives dans le cadre de groupements d'entreprises. L'objectif principal de ces travaux était de présenter une méthodologie pour l'analyse des processus du cluster, l'extraction et la formalisation des connaissances liées à ces processus, ainsi que la définition de l'architecture du système de gestion de ces connaissances (KMS) associé.

Nous nous sommes inspirés du modèle *CommonKADS* pour proposer un *framework* constitué de quatre niveaux : niveau contextuel, niveau conceptuel, niveau de conception, et niveau d'implémentation [thèse Surephong, TH2-2009]. Ce *framework* a été développé afin de prendre en compte le caractère multi-entreprises des clusters et l'importance de la collaboration. Pour cela, nous avons proposé (figure 50) : de remplacer l'« *Agent Model* » de *CommonKADS* par un « *Cluster Model* », le « *Communication Model* » par un « *Collaboration Model* », car un des leviers essentiel du développement des clusters est la volonté et la capacité des organisations membres à collaborer, et enfin nous avons décrit le « *Design Model* » à travers trois modules : *Scenario*, *Architecture*, et *Specification*.

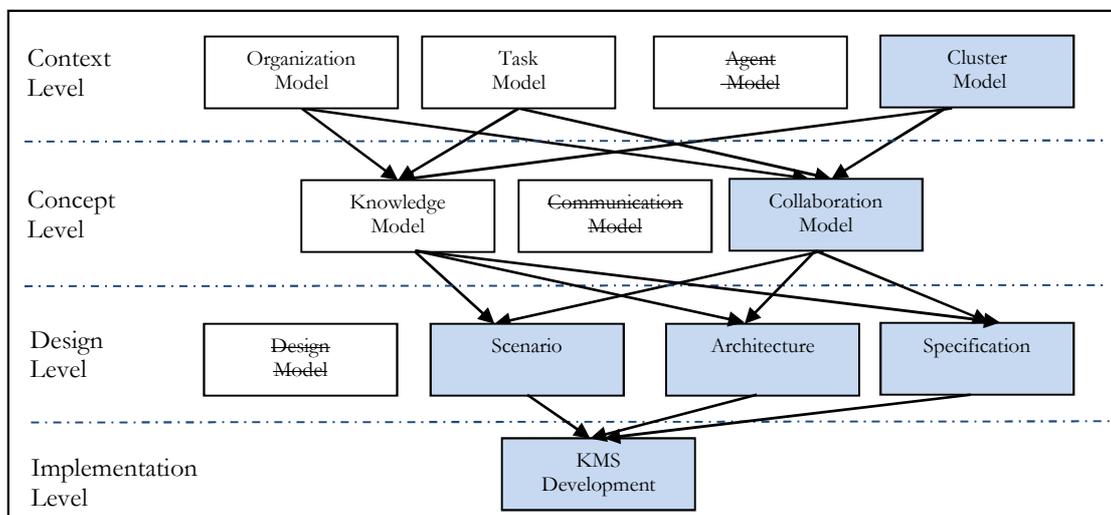


Figure 50. Adaptation de CommonKADS à la gestion des connaissances des clusters

Le « *Cluster model* » a pour objectif d'identifier l'ensemble des organisations susceptibles de collaborer au sein du cluster. Il s'appuie sur le *Diamond Model* de Porter [Porter, 98] structuré autour de 5 thèmes : gouvernement, stratégies des entreprises, conditions de développement, nature de la demande et industrie/service supports.

La définition des « *Task Model* » et « *Organisation Model* » s'appuie sur les *templates* délivrés par CommonKads : cinq grilles permettent l'analyse de l'organisation et deux autres celle des tâches. Le « *Knowledge Model* » s'appuie sur trois types de connaissances : *Task Knowledge*, *Inference Knowledge* et *Domain Knowledge*. Le modèle de collaboration, a été élaboré en deux grandes catégories : les caractéristiques de l'entreprise (compétences, facteurs clé de succès, produits, marché, etc.), le partage d'informations (type de connaissances échangées, volonté de partager, niveau de confiance, etc.). Au niveau « *Design Level* », l'architecture retenue repose sur le modèle proposé par Chua [Chua, 04] qui permet de traiter la connaissance et la collaboration.

A partir de ce *framework*, et afin de concevoir un système de gestion des connaissances adapté au cluster, nous avons mis en œuvre une méthodologie décomposée en quatre phases :

Dans un premier temps réalisation d'une enquête, puis collecte et analyse des données, et enfin conception et mise en œuvre du système de gestion de connaissance. Afin de concevoir le questionnaire initial nous avons fait une série d'interviews auprès d'entreprises participant à un cluster, 50 questionnaires ont été traités pour analyser les caractéristiques, les besoins, les activités principales et la volonté, ou non, de partage de connaissances au sein du cluster. Afin de décrire la méthodologie et le système que nous avons développés pour le partage de connaissances, nous allons présenter l'étude que nous avons effectuée pour un cluster du secteur de la céramique en Thaïlande.

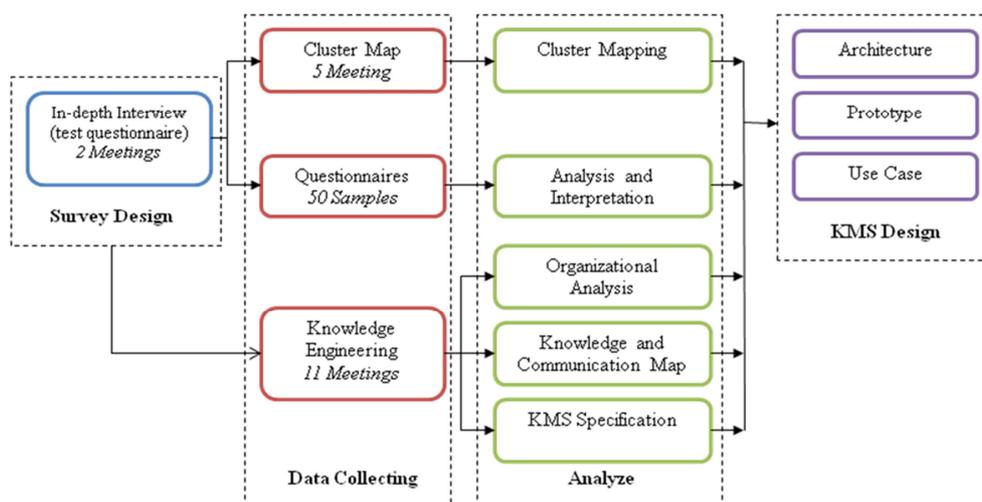


Figure 51. La méthodologie d'analyse et de développement proposée

### Application : cas du cluster « CeraCluster » en Thaïlande

Ces travaux de recherche ont été développés dans le cadre d'un projet Européen, le projet *ASIA-LINK EAST-WEST*. Ce projet avait pour objectif de développer les collaborations entre universités européennes et asiatiques, et ceci afin de favoriser la recherche, et le transfert de technologies et de compétences. Le travail, réalisé dans le cadre de la thèse de Pradorn Sureephong, en cotutelle avec l'université de Chiang Mai, nous a permis de proposer une architecture de collaboration et de gestion des connaissances adaptée à la problématique des clusters, et de l'appliquer au cluster CeraCluster du secteur de la céramique en Thaïlande.

Suite à une phase d'analyse de ce cluster, nous avons démarré une phase de conception du système de gestion des connaissances. Une des premières étapes a été la collecte et la formalisation des connaissances et des ontologies spécifiques aux domaines et aux tâches analysées (cf. figure 52).

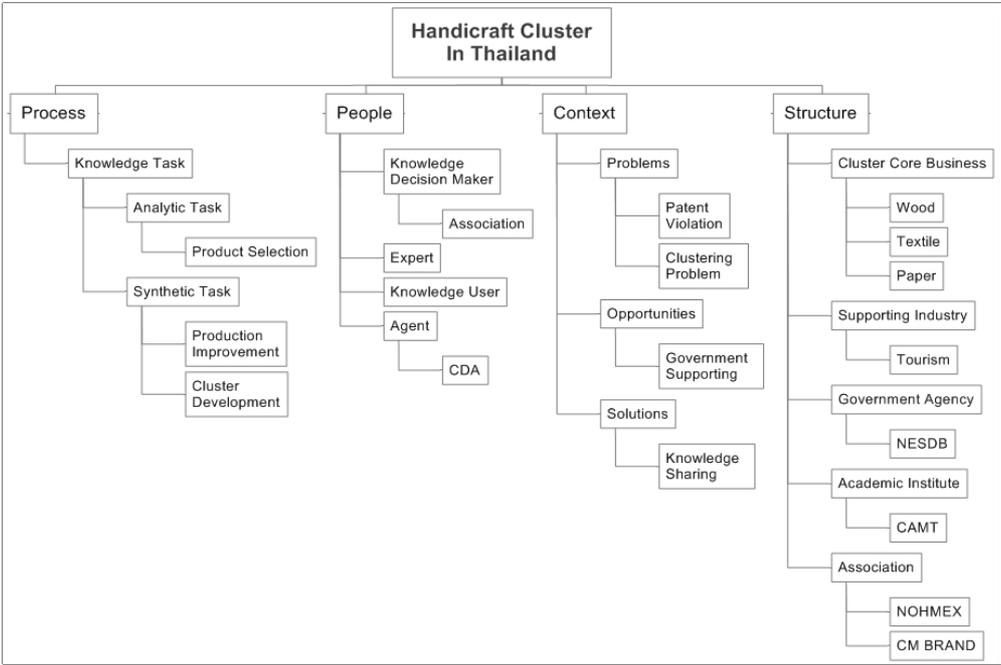


Figure 52. Exemple d'ontologie de domaine pour un cluster de produits artisanaux

A partir de ces ontologies, les connaissances formalisées nous ont permis de construire des cartes de connaissances, des réseaux sémantiques et des fiches de connaissance (cf. figure 53), inspirées de celles développées dans le cadre des travaux menés par Buzon [Buzon et al. 06], en fonction des domaines concernés par les processus du cluster et des attentes des différents acteurs en termes de partage de connaissances.

<i>Card's Metadata</i>	Page Name: Domestic	Created: 18/04/08	
<i>Trace Back</i>	Author(s): Admin	Last Modify: 20/06/08	
<i>Knowledge Map</i>	Version: 2.4	Hit: 25 views	
<i>Knowledge base Wiki</i>	Marketing > Trade Fair > Domestic Trade Fair		
<i>Repository</i>			
<i>Incoming Link</i>	<p><b>Ceramic Trade Fair</b>          List of Ceramic Trade fair in Thailand          1. <b>Gift Fair</b> (Chiang Mai) organized by <a href="#">Department of Industry</a> around end of December to early of January yearly.          2. <b>Ceramic Fair</b> (Lampang) organized by <a href="#">Ceramic Association</a> around early of December yearly          3. <b>BIG + BIH Fair</b> (Bangkok) organized by <a href="#">Department of Export Promotion</a> around April and August yearly.          4. <b>Ceramic Road Show</b> (Phuket) organized by <a href="#">Hotel Association of Phuket</a></p>		

Figure 53. Exemple de carte de connaissance formalisée

Afin de concevoir le système de gestion des connaissances, permettant la collaboration des acteurs, nous avons spécifié les différents échanges potentiels (issus de l'analyse des besoins) en formalisant différents diagrammes de cas et de séquences UML. Ces spécifications ont été validées auprès d'un échantillon d'entreprises impliquées dans le cluster. Pour le développement du système, nous nous sommes basés sur les services web (*Services Oriented Applications*) (cf. figure 54).

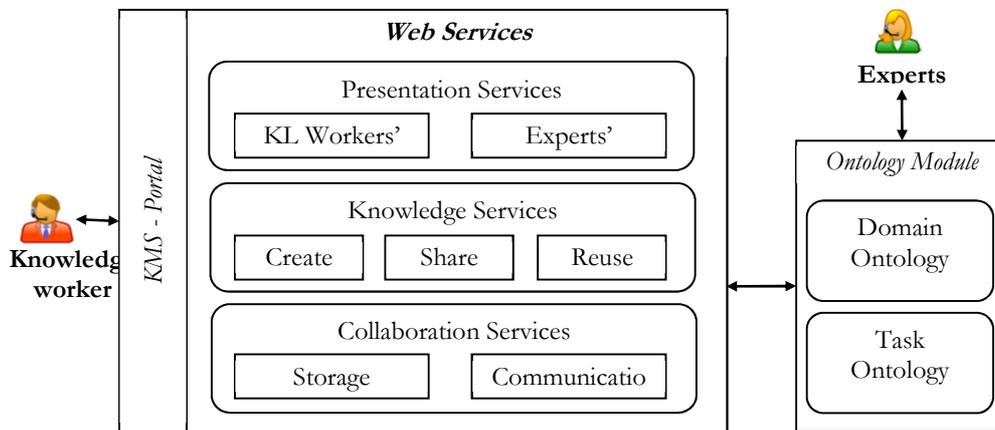


Figure 54. L'architecture de gestion de connaissance pour le cluster

Afin de supporter la collaboration et le partage des connaissances au sein du cluster, la technologie « *Push and Pull* » (services web) a été utilisée pour mettre en œuvre la collaboration. Les fiches de connaissance ont été utilisées pour créer et représenter la connaissance des experts. Les technologies du web sémantique et RDF/XML ont été appliquées afin de permettre le partage de ces connaissances entre les différents acteurs.

En termes d'implémentation, nous avons proposé une architecture (cf. figure 55) composée d'un serveur web proposant l'ensemble des services définis suite à l'analyse du cluster (*services de collaboration, services de mise à jour des connaissances, services de création, modification et suppression des éléments et des fiches de connaissances, etc.*), un portail de communication constitué des interfaces d'accès aux différents services, un ensemble de base de données contenant les différents composants du système de gestion des connaissances (*ontologies, cartes de connaissances, fiches de connaissances, wiki data base, news and events data base, etc.*), et les protocoles de communication et d'échanges développés principalement en RDF/XML.

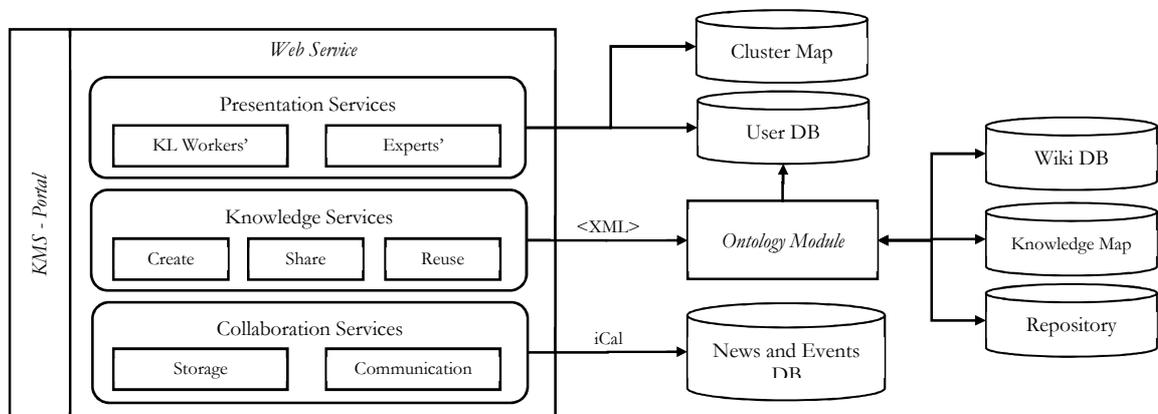


Figure 55. KMS architecture and databases

Au niveau technologique, plusieurs outils, permettant l'accès aux différents services par les membres du cluster, ont été utilisés et implémentés: *push pull news*, *C-Calendar*, *VoIP*, *Video conference*, etc. La figure suivante décrit un exemple d'interface de l'architecture web développée pour la gestion des connaissances du cluster.

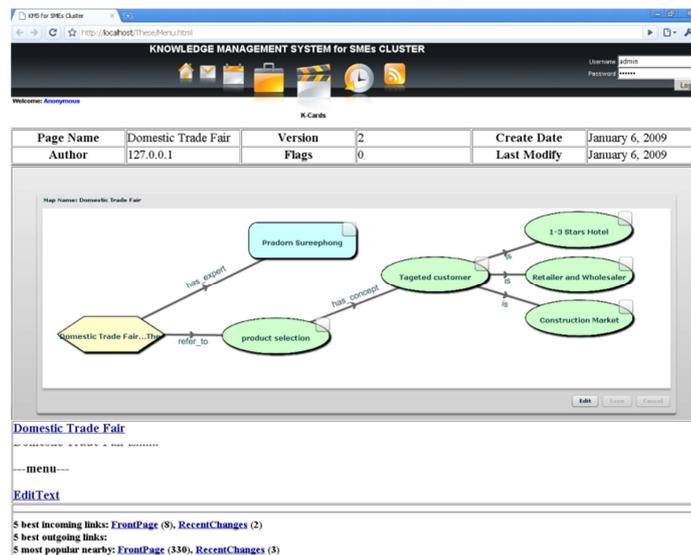


Figure 56. L'interface du système de gestion des connaissances.

Un scénario de partage de connaissances entre acteurs a été testé lors d'un salon international BIG (*Bangkok International Gift*) en 2008. Le système de gestion des connaissances a été plutôt bien accueilli par les entreprises qui l'ont utilisé dans le cadre du salon, elles ont pu bénéficier de connaissances de manière instantanée. Par contre, elles ont eu plus de mal à instancier de nouvelles fiches de connaissances, non pas pour des raisons technologiques, mais parce qu'elles ont encore des hésitations sur les informations et connaissances à partager avec les autres. Les connaissances instanciées dans le système l'ont été principalement par les organismes de soutien au cluster et par les organisateurs du salon. Nous pensons, qu'il faut un certain temps d'adaptation avant qu'un système de ce type puisse prendre toute sa place dans l'ensemble du processus collaboratif. Les retours des entreprises laissent à penser qu'elles sont plutôt favorables à son utilisation, et que surtout, c'est un outil initiateur de collaboration et un véritable catalyseur pour le partage de connaissances.

#### 4.4 Bilan de l'axe et production scientifique

Les travaux présentés dans ce troisième axe s'intéressent à l'ingénierie des connaissances et ont pour objectif principal le développement d'architectures de formalisation, de partage et de capitalisation des connaissances pour une meilleure gestion des relations collaboratives dans les entreprises en réseau (chaîne logistique, groupement d'entreprises, cluster,...). Ces travaux se sont effectués dans le cadre d'un projet européen, le projet Asia-Link East-West (2004-2007) et d'un contrat industriel (société Mirima). Les principales contributions peuvent être résumées ainsi :

- une **démarche générale de gestion des connaissances** dans le cadre des entreprises en réseau (chaînes logistiques et clusters) permettant de structurer les échanges de connaissances dans le cadre des relations inter-organisationnelles ;

- une adaptation du modèle de base de CommonKads afin de prendre en compte le caractère multi-entreprises des clusters et l'importance de la collaboration ;
- des fiches de connaissance et des ontologies spécifiques aux domaines et aux processus collaboratifs ;
- une architecture de pérennisation des connaissances adaptée du standard OAIS de préservation des connaissances à long terme ;
- la spécification (UML) et le développement d'une architecture orientée services de capitalisation et de partage des connaissances entre acteurs de l'entreprise en réseau. L'application développée est basée sur les concepts du web sémantique et des standards d'échanges d'information tels que : OWL, RDF, RDFS,...

### Contexte et responsabilités

- co-encadrement la thèse de doctorat de L. Buzon « *Contribution à la structuration des échanges de connaissances dans le cadre de relations de collaboration dans les chaînes logistiques.* », Y. Ouzrout (50%) et A. Bouras (50%).
- co-encadrement de la thèse de doctorat de P. Sureephong, thèse en cotutelle avec l'Université de Chiang Mai, effectuée dans le cadre du projet européen East-West ; « *Caractérisation des échanges d'informations et de connaissances dans les groupements d'entreprises : mise en œuvre d'un système de gestion des connaissances pour le cas du cluster de l'industrie artisanale thaïlandaise* », soutenue le 13 octobre 2009, co-encadrement : Y. Ouzrout (33%), G. Neubert (33%), N. Chapitak et A. Bouras (33%).
- co-encadrement de la thèse de doctorat de N. Reveerakul, en cotutelle avec l'Université de Chiang Mai, « *Un système d'aide à la décision pour la réorganisation des chaînes logistiques : une approche basée sur une analyse multicritère et un système de gestion des connaissances* » 2011, Y. Ouzrout (40%), N. Chapitak (30%) et A. Bouras (30%)
- participation au projet East-West financé par l'Europe dans le cadre des calls Asia-Link (2004 à 2007)
- participation au projet e-Link financé par l'Europe dans le cadre des calls Erasmus-Mundus (2007 à 2010)
- participation au projet COPILOTES cofinancé par la région Rhône-Alpes de 2003 à 2006. Co-animation d'un groupe de travail (le WP3).
- Participation au projet Supply Chain Durable (*durée 1 an*) du cluster GOSPI (région Rhône-Alpes) en 2010.
- encadrement de 5 masters recherche sur cette thématique : dans le cadre du projet européen Erasmus-Mundus e-Link, dans le cadre du master CODE-ADE de Lyon, et dans le cadre d'une collaboration avec l'université de Sannio en Italie.

### Synthèse des publications :

4 co-encadrements de thèse de doctorat entre 2006 et 2011	[TH7-2006] [TH2-2009] [TH1-2011] [TH10-2011]
5 encadrements de Master 2 Recherche	[MR8-2006], [MR16-2001] [MR9-2006] [MR6-2007], [MR1-2011]
2 chapitres d'ouvrage collectif en 2007	[CL3] [CL4]
4 communications dans des revues internationales classées en 2010 et 2011	[RI1] [RI3] [RI7] [RI2]
1 communication dans une revue nationale avec comité de lecture en 2008	[RN2]
20 communications dans des conférences internationales entre 2003 et 2011	[CI1] [CI5][CI10][CI21][CI28] [CI31] [CI36][CI39][CI5][CI11][CI14][CI9][CI12] [CI17] [CI18][CI19][CI20][CI21]
2 communications dans des conférences francophones en 2003 et 2007	[CF10] [CF7]
2 communications dans des conférences, séminaires et colloques nationaux présentée entre 2001 et 2006	[AC2][AC6][AC7][AC8]



---

## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

Les travaux menés et présentés dans ce mémoire procèdent d'objectifs complémentaires qui concourent vers un objectif global : l'étude d'environnements de simulation et d'architectures d'assistance aux acteurs décisionnels collaboratifs dans les entreprises en réseau (groupement d'entreprises, chaîne logistique, cluster,...).

Ces travaux sont structurés autour de trois axes scientifiques complémentaires : un axe **modélisation et simulation** qui se focalise sur la problématique de l'analyse des changements organisationnels dans les entreprises et de l'impact de ces changements sur la performance globale du réseau, un axe **intégration des systèmes d'informations** qui est centré sur l'étude de l'échange et du partage d'informations dans le cadre des processus collaboratifs, et enfin un axe **ingénierie des connaissances** qui s'appuie sur les deux précédents pour proposer des architectures de partage et de capitalisation des connaissances au service des acteurs décisionnels.

Le premier axe étudié s'est focalisé sur le développement de modèles distribués de simulation et d'optimisation à base d'agents cognitifs. Ces modèles ont permis de traiter les problématiques de mise en place de changements organisationnels inhérents à une logique d'entreprises en réseau et de collaboration dans les processus de prise de décision. Les principales contributions concernant cet axe peuvent être résumées ainsi :

- la première a concerné la définition d'un **modèle à base d'agents cognitifs pour la simulation des systèmes de production**. Elle porte sur la modélisation et la simulation des processus décisionnels, et s'applique à montrer que l'approche agents permet de définir des modèles de simulation appropriés à l'observation de la dynamique d'organisations sociales complexes et à l'étude des changements organisationnels qui s'y produisent.
- la seconde a consisté à enrichir ce modèle afin de passer d'une logique d'analyse de **processus intra-entreprise à une logique inter-entreprises**. Ce travail a porté sur la modélisation et la simulation des processus décisionnels dans les chaînes logistiques et a permis de faire le lien entre collaboration, partage d'informations et performance.
- la dernière a permis d'**analyser les relations de confiance dans les chaînes logistiques** et à proposer un modèle de simulation afin d'évaluer l'impact de la confiance sur la performance globale des acteurs de relations inter-organisationnelles.

J'ai par la suite élargi le champ de mes travaux et étudié deux axes de recherche complémentaires : l'intégration des systèmes d'informations et l'ingénierie des connaissances. Dans le premier d'entre eux je me suis intéressé aux principes d'alignement des systèmes d'informations et des processus organisationnels dans les entreprises en réseau. Principes qui s'intéressent en particulier à l'intégration fonctionnelle, c'est-à-dire à l'intégration entre infrastructure organisationnelle et technologies de l'information. Les principaux résultats de ces travaux peuvent être résumés ainsi :

- une première contribution a concerné **l'alignement des processus PLM et SCM** par le biais d'une architecture permettant la capture, l'échange et le partage d'informations. L'originalité de cette architecture réside dans le fait qu'elle intègre une contextualisation des points de vue des acteurs participant aux différents processus.
- dans la seconde, nous nous sommes intéressés à **l'intégration des systèmes d'informations et à la qualité des données échangées** entre des systèmes hétérogènes. L'objectif était d'analyser les processus *SCM* et *PLM* (R&D, traçabilité et suivi des lots, gestion des

retours,...) d'un produit pharmaceutique, le vaccin, et de travailler globalement à l'intégration des données liées au produit tout au long de ces processus.

- la troisième contribution a consisté à intégrer, à un système PLM, un système de **gestion des connaissances**. Afin de gérer la fin de vie des produits en intégrant les problématiques liées aux contraintes environnementales dans toutes les phases du cycle de vie des produits, de la conception de ces produits à leur recyclage. Nous avons structuré et mis en place une base de connaissances dédiée aux connaissances réglementaires et proposé une architecture à base d'agents afin de l'intégrer au système d'information PLM.

Enfin, j'ai travaillé sur la dimension ingénierie des connaissances dans la mise en place de relations collaboratives dans le cadre de l'entreprise étendue. J'ai illustré, dans deux principales contributions le fait que la capitalisation et le partage de connaissances participent à l'amélioration et à la maîtrise de la performance des organisations.

- la première a eu pour objectif de développer une **architecture de formalisation, de partage et de capitalisation des connaissances** pour une meilleure gestion des relations collaboratives dans les chaînes logistiques. Cette architecture intègre la structuration des connaissances liées à des projets *supply chain*, la définition de fiches de connaissance et d'ontologies spécifiques, et la mise en place d'une architecture de pérennisation des connaissances de préservation des connaissances à long terme.
- dans la seconde, nous avons proposé un système de **gestion des connaissances pour soutenir les activités collaboratives dans le cadre de clusters**. L'objectif de ces travaux était de présenter une méthodologie pour l'analyse des principaux processus des clusters, l'extraction et la formalisation des connaissances liées à ces processus, ainsi que la définition du système de gestion des connaissances associé.

## Perspectives

Le programme de recherches futures qui va être présenté dans cette partie a pour objectif de répondre à des problématiques concernant la généralisation des architectures et modèles développés dans ce mémoire pour accompagner le passage d'une problématique de gestion d'entreprises collaboratives vers des entreprises **Agiles et Responsables**.

Au vu du contexte économique actuel, un des axes de progrès le plus souvent mis en avant dans l'analyse des perspectives du secteur industriel concerne la capacité des entreprises d'aujourd'hui à s'intégrer rapidement dans des réseaux d'entreprises de plus en plus mondialisés, à être capable de mettre en place rapidement des processus collaboratifs pertinents et souples, à quitter ces réseaux sans remettre en question l'ensemble des processus métiers et les infrastructures technologiques mises en place, et cela tout en ayant conscience de leurs responsabilités vis-à-vis de la société et de leur environnement. On parle aujourd'hui du concept d'*Entreprise Agile et Responsable* [Zhang, 11] afin de traduire cette capacité à prospérer dans des environnements où des entreprises virtuelles peuvent se former pour exploiter des opportunités, en apportant dynamiquement les compétences requises dans des délais courts.

Ces orientations rejoignent celles décrites dans le rapport d'un *Atelier de Réflexion Prospective* de l'ANR [ARP, 11], qui évoque le fait que pour rester compétitifs les systèmes de production du futur devront se focaliser, entre autres, sur des priorités qui sont **l'utilisation optimale des technologies de l'information et de la communication et la prise en compte de la dimension durable des systèmes et des produits**.

C'est dans ce contexte de recherche et de prospective, et dans la continuité des travaux menés jusqu'à présent, que je positionne sur deux thèmes mes travaux de recherche futurs : le premier concerne la proposition de **modèles et d'architectures de partage d'informations et de connaissances** afin de permettre aux entreprises d'être en situation de s'inscrire dans des logiques de reconfiguration des relations inter-organisationnelles, le second concerne le développement d'**outils d'analyse et d'évaluation de la dimension durable** des entreprises en réseau.

## **Thème 1 : Des architectures agents pour le développement de services collaboratifs**

**1.1.** A court terme, nous poursuivons nos travaux concernant l'alignement des processus métiers et des systèmes d'informations. L'objectif est de proposer une approche d'alignement inter-organisationnel qui s'appuie sur une **architecture à base d'agents et de services web afin d'orchestrer de manière dynamique de nouveaux services collaboratifs**. Ce projet s'inscrit dans le contexte de la mise en place d'outils collaboratifs pour la gestion des relations inter-organisationnelles dans des organisations ouvertes. Le contexte collaboratif des processus SCM et PLM permet en effet d'envisager la définition de nouveaux services afin de faciliter le rapprochement des données produits et processus.

Des travaux récents traitent de la problématique de l'agilité des entreprises selon différentes approches. Ngai et al [Ngai et al. 11] analysent l'impact des niveaux de compétence sur l'agilité inter-organisationnelle dans les chaînes logistiques. Ils proposent un cadre conceptuel d'analyse des processus collaboratifs et des niveaux de compétences des acteurs. Zhang [Zhang, 11] quant à lui, présente une étude effectuée en Grande-Bretagne qui a permis de définir une taxonomie pour la mise en place de stratégies d'agilité des systèmes de production. Cette étude met en avant des leviers d'action afin de mettre en œuvre ces stratégies. L'un de ces leviers est la mise en place d'infrastructures de communication et de partage d'informations s'appuyant sur les services web.

Dans le monde du génie logiciel, et comme en témoignent les efforts de normalisation et de développement autour des services web, Cummins [Cummins, 09] propose une approche de modélisation de processus d'entreprise (*BPMN*) et d'application orientée services pour mettre en œuvre l'agilité. La souplesse introduite par les services web permet d'envisager de nouvelles formes de collaboration entre applications distantes [Uhm et al. 11]. Ces travaux sont intéressants et laissent entrevoir l'intérêt d'une approche d'interopérabilité hybride à base d'agents et de services pour concevoir des architectures d'intégration des systèmes d'informations dont la caractéristique principale est l'agilité.

Dans la continuité de mes travaux sur les architectures agents, je propose donc de développer une architecture permettant :

- de définir une approche de modélisation à base d'agents (*SMA*) et de services (*SOA*) permettant d'orchestrer dynamiquement la création et l'évolution des services collaboratifs proposés en fonction des processus métiers à mettre en œuvre.
- de faciliter la collaboration et l'aide à la décision par l'utilisation de « couches intelligentes » d'interface entre les outils de pilotage traditionnels (*PLM, ERP, APS, MES,...*) et les outils d'optimisation et de simulation.

Nous avons démarré une thèse de doctorat sur ce sujet, la thèse de Sophea Chuun, financée dans le cadre d'un projet européen Erasmus-Mundus. Un projet de collaboration avec le laboratoire M3M de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, spécialisé dans l'ingénierie des connaissances métiers, ainsi qu'avec des éditeurs PLM, est également en cours de préparation.

**1.2.** Une deuxième piste de recherche, à court terme, concerne le développement d'une architecture à base d'agents pour la gestion et la capitalisation des connaissances. L'amélioration de la réactivité et de l'agilité des entreprises passe par la capitalisation des connaissances et par l'optimisation de l'archivage de la mémoire d'ingénierie des produits et des processus.

Nous avons déjà commencé à explorer cette piste de recherche lors d'une collaboration avec le NIST (*National Institute of Standards and Technology*) avec lequel nous avons organisé un colloque sur le sujet du LTKR (*Long Terme Knowledge Retention*). Dans la continuité de ces travaux, nous proposons la mise en place d'une méthodologie générique et d'une architecture de préservation des connaissances à long terme basées sur les recommandations du web sémantique et de l'OAIS (*Open Archiving Information System*).

En terme scientifique, nos travaux s'appuieront sur les architectures multi-agents, dans la continuité de la thèse de Thitiya Manakitsirisuthi. L'objectif est de formaliser un système distribué dans lequel chaque agent a la charge d'une partie du processus (cycle de vie du produit) et peut interagir avec les autres pour organiser l'archivage et la restitution des données et connaissances. La mise en œuvre de cette démarche s'appuiera sur le web sémantique et sur des standards ouverts.

Nous sommes actuellement en réflexion avec un certain nombre d'entreprises intéressées par ces thématiques. A titre d'exemple, nous démarrons (2012-2013) un projet de recherche avec l'équipe PLM de la société EDF R&D et l'école des Arts-et-Métiers ParisTech concernant la gestion des données et des connaissances des centrales nucléaires. L'apport de notre laboratoire concerne principalement deux dimensions : (i) la définition des règles métiers (maintenance, génie civil, conception, logistique...) et la vérification de la conformité des données, issues des systèmes d'informations, à ces règles (problème d'interopérabilité et de qualité des données) ; (ii) la préservation à long terme des données/connaissances PLM.

**1.3.** A plus long terme, une autre piste de recherche peut être envisagée concernant l'intégration des systèmes d'informations dans des contextes d'informatique distribuée (accessibilité des données à distance, dématérialisation, mobilité...). L'objectif est de faire évoluer les architectures et modèles sur lesquels nous avons travaillé de manière à tenir compte des nouvelles orientations des systèmes d'informations : *on demande solutions, Software-as-a-Service (SaaS), cloud computing...*

Le principe d'externalisation et de mise en ligne des applications informatiques et des données d'entreprise va favoriser l'agilité des entreprises, faciliter l'échange et le partage des données et permettre de créer de nouveaux services de collaboration à faible coût. Le principe de « *nuage informatique* » est un paradigme qui est amené à évoluer au rythme des usages des entreprises, usages qui connaissent de fortes mutations avec l'émergence des réseaux sociaux, de la mobilité et des systèmes d'informations temps réel.

En dehors des aspects techniques et des problématiques liées à l'intégration des données provenant de différentes sources, les questions qui vont se poser vont concerner principalement les notions de confiance et de confidentialité des informations échangées. Les travaux que nous avons effectués concernant les relations entre la confiance et le partage d'informations dans les chaînes logistiques vont trouver ici de nouvelles perspectives.

## **Thème 2 : Aide à la décision pour des systèmes de production durables**

Le projet Européen IMS2020 [IMS2020, 11] met en avant la dimension durable comme l'un des axes stratégiques prioritaires pour les années à venir, l'objectif principal étant de proposer « *des systèmes de production réactifs et agiles, tenant compte des exigences des*

*clients et de solutions durables ('eternal' life cycle solutions)* ». Ceci revient à penser des solutions concernant les processus, les produits et les services, qui intègrent la notion de « cycle de vie durable ». Du point de vue des systèmes de production et des entreprises en réseau, la **dimension durable** (associant les dimensions environnementales et sociétales à la dimension économique) est aujourd'hui un des thèmes qui préoccupe l'ensemble de la communauté du génie industriel.

**2.1.** Une première piste de recherche à laquelle nous nous intéressons concerne le **développement des outils de simulation et d'aide à la décision permettant d'évaluer les performances « durables » des entreprises.**

En effet, et dans la continuité de travaux menés sur les modèles de simulation et d'aide à la décision, nous travaillons actuellement à l'intégration, dans ces modèles, de critères et facteurs liés à l'évaluation de la dimension durable des entreprises en réseau et des chaînes logistiques. Il s'agit de concevoir des organisations et des méthodes de gestion reposant sur la prise en compte simultanée de critères environnementaux, sociétaux et économiques dans une vision à long terme (*Projet Chaîne Logistique Durable, Cluster Gospi, 2010*).

Les modèles et outils de simulation et d'optimisation permettant une aide à la décision, et une évaluation a priori ou a posteriori des chaînes logistiques, portent traditionnellement sur une vision purement économique et n'intègrent que rarement d'autres critères sociétaux ou environnementaux. Pour cela, nous avons entamé des recherches permettant d'intégrer dans nos modèles de simulation les indicateurs et critères permettant l'évaluation de cette dimension durable, ainsi que les connaissances (normes, directives européennes, réglementation,...) nécessaires à la maîtrise des processus concernés.

Un premier travail a été effectué dans le cadre d'une thèse en cotutelle avec l'université de Chiang Mai, la thèse de Napaporn Reveerakul [TH1-2010]. Elle concerne la **reconfiguration des chaînes logistiques**, et en particulier, les décisions de délocalisation qui ont un impact difficilement réversible en raison des investissements réalisés, des compétences transférées, des places de marché partagées ou cédées. Ces décisions sont prises à un niveau stratégique en considérant des critères multiples. Nous avons donc spécifié un système de gestion des connaissances qui intègre différents outils d'analyse multicritère et de simulation, afin de permettre aux décideurs de faire une analyse complète de leurs processus et de leurs évolutions (*As-Is* et *To-Be*) suite à la reconfiguration de la chaîne logistique.

De même, et suite aux travaux effectués dans le cadre de la thèse de Thitiya Manakitsirisuthi [TH-2012], concernant l'**intégration des réglementations environnementales dans les systèmes d'informations PLM**, nous réfléchissons au développement d'une architecture décisionnelle pour une gestion durable des produits dans les différentes phases de leur cycle de vie. L'objectif est de proposer un système de simulation et d'optimisation afin de faire le lien entre conception, distribution (y compris la livraison au client final), traitement des déchets et recyclage (des emballages ou du produit en fin de vie). Nous nous intéresserons particulièrement à deux aspects :

Ces travaux sont à l'interface de deux disciplines, le Génie Industriel et l'Economie. Nous envisageons pour cela une collaboration avec un laboratoire SHS, le LET (Laboratoire d'Economie des Transports), spécialisé dans les modèles économiques de simulation des flux logistiques. La validation de ces travaux de recherche pourra s'effectuer dans le cadre de partenariats industriels avec des chargeurs, des transporteurs et des entrepôts logistiques, une collaboration avec le Cluster Logistique Rhône-Alpes sera également envisagée.

**2.2.** En terme d'ouverture, une autre piste de recherche nous semble intéressante, elle concerne les [modèles de simulation et d'aide à la décision pour la gestion des crises](#) pour les systèmes industriels. L'objectif est d'adapter les modèles et outils développés dans le cadre des chaînes logistiques, et de la gestion du cycle de vie des produits, pour les appliquer à ce domaine. Une idée consisterait à utiliser les systèmes multi-agents pour formaliser les connaissances liées au produit « *site industriel* » et de coupler ces systèmes à des modèles de simulation afin de proposer des solutions de gestion des flux logistiques dans les cas de crises.

Depuis l'arrivée en septembre 2011 dans notre équipe d'une nouvelle Maître de Conférences, Aurélie Charles, spécialisée dans des problématiques de gestion des crises naturelles ou industrielles, il nous semble intéressant de faire évoluer les approches scientifiques utilisées dans ce contexte pour les adapter au contexte du cycle de vie des chaînes logistiques de produits industriels type « centrale nucléaire » ou autres installations potentiellement à risque. Ces travaux se situent dans le cadre de la collaboration avec EDF-GDF citée plus haut.

Enfin une dernière piste de recherche à laquelle nous nous intéressons concerne l'application des [approches et techniques utilisées dans le génie industriel pour le secteur du service](#). Ces dernières années les applications dans le secteur de la santé se sont multipliées, nous pensons qu'un autre secteur du service peut également bénéficier de l'expérience acquise dans le domaine du génie industriel, le secteur du tourisme. En effet, ce secteur est confronté à des problématiques de gestion de flux, de logistique, d'ordonnancement, de systèmes d'informations,... pour lesquelles nous pouvons apporter des solutions.

Nous venons de démarrer un projet Européen Erasmus-Mundus (2010-2014), dont l'université Lyon 2 est le porteur sous la direction d'Abdelaziz Bouras. Je suis, quant à moi, le coordinateur local de ce projet dont le titre est « *Sustainable e-Tourism* ». Ce projet a pour objectif, entre autres, de développer des architectures de partage d'informations, de gestion des connaissances, et de simulation, pour mettre en cohérence l'offre de service aux besoins des clients.

## TABLE DES FIGURES

Figure 1. Axe : Modélisation et Simulation .....	40
Figure 2. Axe : Ingénierie des Systèmes d'Informations .....	40
Figure 3. Axe : Ingénierie des Connaissances.....	40
Figure 4. Le modèle systémique de représentation des organisations productives proposé.....	47
Figure 5. Modèle Fonctionnel d'un Agent Cognitif.....	48
Figure 6. Performances en fonction des tailles de lots .....	50
Figure 7. Structure de la chaîne logistique à modéliser.....	53
Figure 8. Les notions centrales d'une organisation AGR [Amiguet 03] .....	53
Figure 9. (a) Diagramme d'implémentation <i>AgentSCM</i> (b) Diagramme de classes .....	54
Figure 10. (a) Protocole de négociation heuristique classique .....	55
Figure 11. Diagramme d'états-transitions de l'« <i>AgentDis</i> » d'une entreprise de production .....	56
Figure 12. Interfaces du cas « collaboration verticale » intégré dans le simulateur Simco.....	57
Figure 13. Interfaces de l'application <i>Agent-Transshipment</i> . .....	60
Figure 14. Résultats de simulation des coûts globaux de la chaîne.....	61
Figure 15. Choix des parcours : solutions d'optimisation. ....	66
Figure 16. Impact de la confiance sur les relations inter-firmes, <i>Source : Morgan et Hunt</i> . ....	68
Figure 17. Les informations partagées en fonction des « comportements de confiance » .....	70
Figure 18. Extrait du modèle de collaboration dans le cas d'un niveau de confiance moyen.....	71
Figure 19. Scenario 1- (no trust) : The generated demand & inventory level.....	72
Figure 20. Scenario 2 - (intermediate): The generated demand & inventory level .....	72
Figure 21. Scenario 4 - (trust): The generated demand & inventory level.....	72
Figure 22. L'interopérabilité vue par l'ingénierie d'entreprise .....	80
Figure 23. L'architecture d'interopérabilité du projet INTEROP .....	80
Figure 24. L'interopérabilité dirigée par les modèles [Grangel and Bourey, 07].....	82
Figure 25. La chaîne logistique de l'industrie des vaccins [Moalla et al, 07] .....	83
Figure 26. Nomenclature multi-niveau d'un vaccin.....	84
Figure 27. L'approche d'unification entre l'ERP et les systèmes connexes .....	84
Figure 28. Vue synthétique du rapprochement des modèles [Moalla et al, 06] .....	85
Figure 29. Architecture d'interopérabilité par la transformation de modèles .....	86
Figure 30. Extrait du méta-modèle UML.....	87
Figure 31. Le système de gestion des connaissances distribuées .....	89
Figure 32. Exemple de règles environnementales formalisées.....	90
Figure 33. Base de connaissances de la directive européenne <i>RoHS (EU Dir2002/95/EC)</i> .....	90
Figure 34. Diagramme AUML d'interaction entre <i>ServiceAgent</i> et <i>InspectAgent</i> .....	91
Figure 35. FIPA Ontology-Based communication model.....	91
Figure 36. Extrait du réseau sémantique pour les produits électriques (EEE) .....	92
Figure 37. Extrait du modèle de communication entre Agents .....	93
Figure 38. Evolution du nombre de téléphones portables dans le monde ( <i>source EITO</i> ).....	94
Figure 39. Composition moyenne des téléphones portables ( <i>Source Nokia</i> ).....	94
Figure 40. Exemple d'interfaces du système PLM @udros .....	95
Figure 41. Démarche de gestion des connaissances pour les chaînes logistiques.....	103
Figure 42. Description d'une fiche de connaissance. ....	103
Figure 43. Illustration de l'ontologie : contexte des fiches de connaissance.....	105
Figure 44. Le modèle fonctionnel de l'OAIS [CCSDS, 05] .....	106
Figure 45. L'architecture web proposée.....	106
Figure 46. Mirima : gamme de produit « Siège Professionnel ».....	107
Figure 47. Ontologie issue de la relation <i>Mirima-Channel</i> .....	107
Figure 48. Fiche de connaissance : Chanel - Evolution de la relation.....	108
Figure 49. Composition des clusters [NESDB, 04].....	109
Figure 50. Adaptation de CommonKADS à la gestion des connaissances des clusters.....	110
Figure 51. La méthodologie d'analyse et de développement proposée.....	111

Figure 52. Exemple d'ontologie de domaine pour un cluster de produits artisanaux .....	112
Figure 53. Exemple de carte de connaissance formalisée .....	112
Figure 54. L'architecture de gestion de connaissance pour le cluster .....	113
Figure 55. KMS architecture and databases .....	113
Figure 56. L'interface du système de gestion des connaissances.....	114

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [Abdeljaouad et al. 04] A. Abdeljaouad, L. Ben Said et Khaled Hgédira, ‘*MATRA: Une Approche Multi Agent pour le Problème du Transshipment*’, dans les actes de JFSMA’04, O. Boissier et Z. Guessoum, ‘Systèmes Multi Agents : Défis Scientifiques et Nouveaux Usages’, Ed. Lavoisier, ISBN 2-7462-1021-5, Paris, 2004.
- [Anderson, 90] Anderson J., Narus J., “*A Model of Distributor Firm and Manufacturer Firm Working Partnerships*”, Journal of Marketing, vol. 54 n°1, p. 42-58, 1990.
- [ARP, 11] ANR, “Ateliers de Réflexion Prospective”, Agence Nationale pour la Recherche, 2011. <http://www.agence-nationale-recherche.fr/programmes-de-recherche/ateliers-de-reflexion-prospective/>
- [Angeles et al. 09] Angeles, R., “*Anticipated IT infrastructure and supply chain integration capabilities for RFID and their associated deployment outcomes*”. International Journal of Information Management, vol. 29, n°3, p.219-231, 2009.
- [Arlow and Neustadt, 03] Arlow, J., Neustadt, I., “*Enterprise Patterns and Mda: Building Better Software with Archetype Patterns and Uml*”, Addison Wesley, 528 pages, 2003.
- [ATHENA-NoE, 05a] “*Second Version of State of the Art in Enterprise Modelling Techniques and Technologies to Support Enterprise Interoperability*”, ATHENA Project No 507849 Work package – A1.1, 212 pages, february 2005.
- [ATHENA-NoE, 05b] “*Specification of a Basic Architecture Reference Model*”, ATHENA project N° 507849, D.A.6.1, 187 pages, 2005.
- [Amiguet 03] M. Amiguet, “*Moca : un Modele Componentiel Dynamique pour les Systèmes Multi-Agents Organisationnels*”, Thèse de doctorat, Université de Neuchâtel, Suisse, 2003.
- [Ayres et al. 97] Ayres, R.U., Ferrer, G. and Van Leynseele, T., “*Eco-efficiency, asset recovery and remanufacturing*”, European Management Journal. Vol. 15, No. 5, pp.557–574, 1997.
- [Bana e Costa et al. 05] Bana e Costa, C.A., De Corte, J.M., Vansnick, J.C., “*On the mathematical foundations of MACBETH*”, J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott, eds. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. Springer, New York, pp. 409-442, 2005.
- [Barrat 04] M. Barrat “*Understanding the Meaning of Collaboration in the Supply Chain*”, Supply Chain Management, vol. 9, n°1, pp. 30-42, 2004.
- [Bauer et Müller, 04] Bauer, B., Müller, J.P. “*Methodologies and modeling languages*” In: Luck, M., Ashri, R., D’Inverno, M. (Eds.), Agent-Based Software Development. Artech House Publishers, Boston, London, 2004.
- [Beamon, 98] Beamon, B.M. “*Supply chain design and analysis: Models and methods*”. International Journal of Production Economics, Vol. 55, pp. 281-294, 1998.
- [Bel, 98] Bel G., “*Aide à la conception et à la conduite de systèmes à événements discrets : Application aux systèmes de production*”, HDR, Université Paul Sabatier, Toulouse, Mai 1998.
- [Benguira et al. 07] Benguria G., Larrucea, X., Elvesæter, B., Neple, T., Beardsmore, A. and Friess, M., In Book: “*A Platform Independent Model for Service Oriented Architectures*”, Ed, London, S., pp. 23-32, 2007.
- [Bensaou, 95] Bensaou, M., Venkatraman, N., “*Configurations of interorganizational relationships: A comparison between U.S & Japanese automakers*”, Management Science, vol. 41, p.1471-1492, 1995.
- [Berners-Lee et al., 01] Berners-Lee, T., Hendler, T., Lassila, “*The semantic web*”, Scientific American, May, pp.35-43, 2001.
- [Bézivin et al. 06] Bézivin J., Jouault, F. Kurtev, I., and Valduriez, P., “*Model-Based Dsl Frameworks (Preliminary Version)*”, ATLAS (INRIA & LINA), Univ. of Nantes, 14 pages, 2006.

- [Blane, 05] Blane X., “*MDA En Action*”, Eyrolles, 269 pages, 2005.
- [Bauer et Odell, 05] Bauer, B. Odell, J. “UML 2.0 and agents: how to build agent-based systems with the new UML standard” *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol 18(2), p.141-157, 2005
- [BOI, 10] “*Office of the Board of Investment (BOI)*.” WWW page: <http://www.boi.go.th>
- [Bottani and Rizzi, 08] Bottani, E., & Rizzi, A., “*Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the Fast Moving Consumer Goods supply chain*”. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 548–569, 2008.
- [Boucher, 07] Boucher X., “Vers un pilotage agile de l’évolution des systèmes de production”, Habilitation à diriger des recherches, Ecole des Mines de St Etienne, 2007.
- [Boughzala, 01] Boughzala Imed, “Etude de la coopération entre le processus inter et intra entreprises de la modélisation à la spécification de solutions”, Thèse en informatique de l’université Paris VI, Laboratoire Lip6, 2001.
- [Brintrup, 10] Brintrup, A., “*Behaviour adaptation in the multi-agent, multi-objective and multi-role supply chain*”, in *Computers in Industry* Vol. 61, pp. 636-647, 2010.
- [Burlat, 96] Burlat P. “Contribution à l’évaluation économique des organisations productives : vers une modélisation de l’entreprise-compétences”, Thèse d’Economie de la Production, Univ. Lyon 2, 1996
- [Burlat, 02] Burlat P., Modélisation et pilotage des organisations en réseau, Habilitation à diriger des recherches, Ecole National Supérieure des Mines de St Etienne, 2007.
- [Burton 03] T.T. Burton, S.M. Boeder, « The lean extended enterprise: Moving beyond the four walls to value stream excellence », J. Rose Publishing, ISBN: 978-1-9321-5912-7, 2003.
- [Buzon et al, 03a] Buzon L, Bouras A, Ouzrout Y. “Representation and exchange of “knowledge cards: a pen design case study”, in *Int. Journal of Electronic Business*, vol. 1, n°1, pp. 1-8, 2003.
- [Buzon et al, 06] Buzon, L., Bouras, A., Ouzrout, Y. Managing the knowledge exchange between the partners of the supply chain, in *SKIMA’06 International conference on Software Knowledge Information Management and Applications*, Chiang Mai, Thaïlande, 2006.
- [Cachon, 2004] Cachon, G., 2004. Supply chain coordination with contracts. In: de Kok A.G., Graves, S.C. (Eds.), *Handbooks in Operations Research and Management Science*, 11: Supply Chain Management: Design, Coordination and Operation. North-Holland, Amsterdam, 2004.
- [Califf, 08] Califf, R.M., Rasiel, E.B., Schulman, K.A. Considerations of net present value in policy making regarding diagnostic and therapeutic technologies, *The American Journal of Cardiology*, Vol. 156(5), pp. 879 – 885, 2008.
- [Castagna, 04] Castagna, P., Contribution à la modélisation, la simulation et la commande de systèmes de production et de transitique, HDR, Université de Nantes, 2004.
- [CCSDS, 05] Comité Consultatif pour les Systèmes de Données Spatiales, Modèle de référence pour un Système ouvert d’archivage d’information (OAIS) : CCSDS 650.0B-1 (F) Mars 2005. OAIS norme ISO 14721, 2002.
- [Chaib-Draa et al. 02] B. Chaib-Draa et L. Gageut, ‘Aspects formels des Systèmes Multi-Agents’, *Organisation et applications des systèmes multi-agents*, Hermès, pp. 109-132, 2002.
- [Christopher, 08] Martin Christopher “The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets.” In *Industrial Marketing Management*, Volume: 29, Issue: 1, Publisher: Elsevier, Pages: 37-44, 2008.
- [Christy et Grout, 94] Christy D. P. et Grout J.R., “Safeguarding supply chain relationships”, *International Journal of Production Economics* N° 36 p 233-242, 1994.
- [Chua, 04] Chua A., Knowledge management system architecture: a bridge between KM consultants and technologist, *International Journal of Information Management*, 24, pp. 87-98.

- [Cloutier et al. 10] Cloutier, C., Montreuil, B., Labarthe, O., Loubier, J., “Modélisation de la demande et du comportement des consommateurs pour la simulation de chaînes logistiques de biens de consommation à haute valeur ajoutée.”, The 8th International Conference on Logistics and SCM Research, BEM Bordeaux Management School, 2010.
- [Cohen-Kulp 04] S. Cohen-Kulp, H.L. Lee, E. Ofek, « Manufacturer benefits from information integration with retail customers », Int. Journal on Management Science, 50(4), pp. 431-444 2004.
- [Craighead et al. 09] Craighead, Ch.W., Tomas, G.M., Hult, D., Ketchen Jr., J. “The effects of innovation–cost strategy, knowledge, and action in the supply chain on firm performance” Journal of Operations Management, Volume 27, Issue 5, Pages 405-421, October 2009.
- [Cummins, 09] Cummins, F.A., “Enabling the Agile Enterprise, with SOA, BPM and MPM”, in The Agile Enterprise, pp. 1-26, 2009.
- [Cunningham et al., 01]Cunningham W, Leuf B., The Wiki Way. Ed. Addison Wesley Longman, 2001
- [De Brito and Dekker, 02] De Brito, M. P. and Dekker, R. ‘Reverse logistics: a framework’, Eco.Institute Report, 2002.
- [Deloach et al., 01] Deloach, S., Wood, M. et Sparkman, C. Multi-Agent Systems Engineering. The Int. J. of Software Engineering and Knowledge Engineering, v. 11 n°3, 2001.
- [Demazeau, 01] Demazeau, Y., VOYELLES, Grenoble, France, Habilitation à Diriger les Recherches de l’INP Grenoble, Laboratoire LEIBNIZ, Avril 2001.
- [Desouza, 07] Desouza K. C., “Agile information Systems. Conceptualization, construction, and Management”, Elsevier /Butterworth-Heinemann, 2007.
- [Dieng, 01] Dieng-kuntz, R. Corby, O., Gandon F., Giboin A., Golebiowska J., Matta N., Ribière M., “Méthodes et outils pour la gestion des connaissances. Une approche pluridisciplinaire du Knowledge Management », 2<sup>ème</sup> édition, Ed. Dunod, Paris, 2001.
- [Ding et al. 07] Ding, L., Li, W.D. McMahon, C.A. “Computer Supported Cooperative Work in Design”, 2007. 11th International Conference CSCWD’07, pp.762-767, 2007.
- [Doche et al. 99] Doche, F., Djorno, Y. et Douilly, N. L’art de l’entreprise mondiale, Module 8 : Fidéliser le client mondial. Financial Times Limited, Paris, pp 207-234, 1999.
- [Doeringer and Terkla, 95] Doeringer, P.B. and Terkla, D.G., ”Business strategy and cross-industry clusters, Economic Development Quarterly 9, pp.225-237, 1995.
- [Dawson et Paris, 03] Dawson J., Paris P., UNIDO Report: consultants and UNIDO Project Teams in India, Nicaragua, Senegal and Zimbabwe, 2003.
- [DTI, 05] DTI - A Practical Guide to Cluster Development: Report to Department of Trade and Industry and the English RDAs by Ecotec Research & Consulting, 2005.
- [Ermine, 00] Ermine, J.-L. Les systèmes de connaissances. Paris, Edition Hermès, 2000.
- [Eymery, 97] Eymery, P. La logistique de l’entreprise-Supply chain management. Ed. Hermès, Paris France, ISBN : 2-86601-589-4, 1997.
- [Evrard-Samuel et al. 11] Evrard-Samuel, K., Goury, M.L., Gunasekaran, A. Spalanzani, A. “Knowledge management in supply chain: An empirical study from France” The Journal of Strategic Information Systems, Volume 20, Issue 3, pp. 283-306, September 2011.
- [Eynard 05] B. Eynard, « Gestion du cycle de vie des produits et dynamique des connaissances industrielles en conception intégrée », Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Technologie de Compiègne. Compiègne, France, 2005.
- [Fenves et al., 1998] Fenves, S.J., Foufou, S. Bock, C., Sriram, R.D., "CPM2: A Core Model for Product Data", Journal of Computing And Information Science In Engineering., ASME, 8 (1), 2008.

- [Ferber, 95] Ferber, J. Les systèmes multi-agents. Vers une intelligence collective. Inter Editions, Paris, 1995.
- [Ferber et al. 98]: J. Ferber, O. Gutknecht, “Aaladin: A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agent systems”, dans les actes de 3rd International Conference on multi-agent systems (ICSMAS'98), pp. 128-135, France, 3-7 juillet 1998.
- [Ferdows & Thurnheer, 11] Kasra Ferdows, Fritz Thurnheer, “Building factory fitness”, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 31 Iss: 9, pp.916-934, 2011.
- [Fischer et al. 00] Fischer, Ulli, Stokic, Dragan; Beckmann, Thomas; “Management of Corporate Knowledge for Process Improvement in Manufacturing Companies”, eBusiness and eWork Conference, Madrid, October, 2000.
- [FIPA, 07] FIPA IEEE - Foundation for Intelligent Physical Agents, <http://www.fipa.org/>, 2007.
- [Florea, 02] Florea, A. “Using Utility Values in Argument-based Negotiation”. In Proceedings of ICAI'02, the 2002 Int. Conf. on Artificial Intelligence, Las Vegas, USA, p.1021-1026, 2002.
- [Fox et al. 00] Fox, M. J., Barbuceanu, M., et Teigen, R. “Agent-oriented supply chain management”. The Int. Journal of Flexible Manufacturing Systems, 12, 165–188, 2000.
- [Fox, 00]. Fox, M.J. “Enterprise Information Systems: Issues, Challenges and Viewpoints”, Enterprise Information Systems, J. Filipe (Ed.), Kluwer Academic Pub., pp. 1-13, 2000.
- [François, 07] François, J. “Planification des chaînes logistiques : Modélisation du système décisionnel et performance”. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1, 2007.
- [Frankel, 03] Frankel D. S., “Model Driven Architecture: Applying Mda to Enterprise Computing”, Joe Wikert, 353 pages, 2003.
- [Ganesan, 94] Ganesan S., “Determinants of long term orientation in buyer–seller relationships”, Journal of Marketing, Vol. 58, n°. 2, p.1-19, 1994.
- [Ganeshan et al., 98] Ganeshan, R., Sridhar R., Michael J., “Quantitative Models for Supply Chain Management”, ed. Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [Ghedira et al, 07] Ghedira K., Hmiden, M., et Ben Said, L., “Multi-agent Simulation for the transshipment problem with a non-negligible transfer lead time and a limited transportation mean capacity”, WI2007, Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Karlsruhe, 2007.
- [Giannis et al. 09] Giannis T. Tsoulfas, Costas P. Pappis and Nikos I. Karacapilidis, “Applying Web-Based Collaborative Decision-Making in Reverse Logistics: The Case of Mobile Phones”, in Web-Based Green PLM Systems: Reverse Supply Chain Utilization, pp.401-415, 2009.
- [Giannakis et Louis, 11] Giannakis, M., Louis, M. “A multi-agent based framework for supply chain risk management”, in Journal of Purchasing & Supply Management, Vol. 17, pp. 23–31, 2011.
- [Giard et Balin, 07] Giard V., Balin S. “Problèmes méthodologiques posés par la simulation de processus de production de services”, Journal Européen des Systèmes Automatisés, vol.41, 2007.
- [Giard et Mendy, 06] Giard V., Mendy G. “Amélioration de la synchronisation de la production sur une chaîne logistique”, Revue Française de Gestion Industrielle, vol 25, n°1, p.63-82, 2006.
- [Giddens, 87] Giddens, A. “La Constitution de la société: Eléments de la théorie de la structuration”, Presses Universitaires de France, PUF, ISBN 978-2130550556, 1987.
- [Gigch, 91] Van Gigch, J.P., “System Design Modeling and Metamodeling”, Plenum Press, New York, 1991.
- [Girard 02] P. Girard, C. Merlo C. and G. Doumeingts, 2002, “Approche de la performance en conduite de l'ingénierie de la conception ”, In Int. Conference IDMME'02, Clermont Ferrand, 2002.
- [Giuntini et al. 95] Giuntini, Ron and Andel, Tom, ‘Master the six R's of reverse logistics’, Transportation and Distribution, 1995.

- [Govindu et Chinnam, 07] Govindu, R., Chinnam, R.B. “A generic process-centered methodological framework for analysis and design of multi-agent supply chain systems”. *Computers & Industrial Engineering*. Vol 53, Issue 4, ISSN:0360-8352, pp: 584-609, 2007.
- [Grangel and Bourey, 07] Grangel R., and Bourey, “From Model Transformations to Model Driven Interoperability”, 3rd International Conference on Interoperability for Enterprise Software and Applications (I-ESA 2007), Madeira, Portugal Mar, 27th 2007.
- [Guibert, 96] Guibert, N., “L’effet structurant des nouvelles technologies de l’information et de la communication sur la relation client–fournisseur”, *Systèmes d’Information et Management*, Vol. 1 n°4, p. 29-48, 1996.
- [Gulati, 95] Gulati R., “Social structure and alliance formation patterns: A longitudinal analysis”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 40 n°4, 1995.
- [Haag et al. 06] Haag, S., Cummings, M., McCubbrey, D., Pinsonneault, A., & Donovan, R., “Management Information Systems For the Information Age”, 3 Canadian Ed., McGraw Hill, 2006.
- [Hahn et al., 06] Hahn Ch., Madrigal-Mora, C., Fischer, K., Elvesæter, B., Arne-Jørgen Berre and Zinnikus, I., In Book: "Meta-Models, Models, and Model Transformations: Towards Interoperable Agents "(Ed, Heidelberg, S. B.), pp. 123-134, 2006.
- [Handfield et Bechtel, 02] Handfield, R.B., Bechtel, C., “The role of trust and relationship structure in improving supply chain responsiveness”, *Industrial Marketing Management*, V. 31, p.367-82, 2002.
- [Harani 97] Y. Harani, “Une approche multi-modèles pour la capitalisation des Connaissances dans le Domaine de la Conception”, Thèse de Doctorat de l’INP de Grenoble, France, 1997.
- [Hardy et Philips, 98] Hardy, C., Philips N., “Strategies of engagement: lessons from the critical examination of collaboration and conflict in an interorganizational domain”, *Organization Science*, Vol.9, 1998.
- [Hart et Saunders, 98] Hart, P., Saunders, C., “Emerging electronic partnerships: antecedents and dimensions of EDI use from the supplier’s perspective”, *Journal of Management Information Systems*, Vol. 14 n°. 4, p°87-111, 1998.
- [Harzallah, 06] Harzallah M, Berio G, Vernadat F., “Analysis and modeling of individual competencies : toward better management of human resources”, *IEEE Transactions on Systems, man, and Cybernetics-PART A: Systems and Humans*, Vol. 36, N°1, January 2006.
- [Hoc, 87] Hoc,J.M., *Psychologie cognitive de la planification*, PUG, Grenoble, 1987.
- [Horvath, 01] Horvath L., *Collaboration: The key to value creation in supply chain management*, *Supply Chain Management: An International Journal*, 6(5), pp.205- 217, 2001.
- [Huang et al., 03] Huang, G.Q. Lau, J.S.K., and Mak, K.L. “The impacts of sharing production information on supply chain dynamics: a review of the literature”. *International Journal of Production Research*, Vol. 41, No 7, pp. 1483-1517, 2003.
- [Huang et al. 10] Huang, Chun-Che, and Lin, Shian-Hua, ‘Sharing knowledge in a supply chain using the semantic web’, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, Issue 4, pp.3145-3161, 2010.
- [Huang et Lin, 10] Huang, C.C., Lin, S.H., “Sharing knowledge in a supply chain using the semantic web” *Expert Systems with Applications*, Volume 37, Issue 4, Pages 3145-3161, April 2010.
- [Huget, 02] Huget M. P. “An application of Agent UML to Supply Chain Management”, In *Proceedings of Agent Oriented Information System (AOIS-02)*, P. Giorgini and Y. Lespérance and G. Wagner and E. Yu (eds.), 2002.
- [Huget et Odell, 04] Huget M. P., Odell J. “Representing Agent Interaction Protocols with Agent UML”. In *Proceedings of the Fifth International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering (AOSE’04)*, P. Giorgini, J. Mueller and J. Odell (eds.), New York, 2004.

- [Hui Mien Lee et al. 06] Hui Mien Lee, Gay, R., Wen Feng L., Bin S., “The Framework of Information Sharing in End-of-Life for Sustainable Product Development”; IEEE International Conference on Industrial Informatics, Singapore, ISBN: 0-7803-9700-2, pp. 73-78, 2006.
- [Hui Mien Lee et al. 08] Hui Mien Lee, Wen Feng L., Bin S., Gay, R., “System Architecture for Design and EoL Information Integration Framework, PLM-SP4”, International Conference on Product Lifecycle Management, PLM'08 pp. 393 – 402, 2008.
- [Humphrey, 08] H.H. Humphrey, State and Local Policy Program; Institute of Public Affairs, [http://www.hhh.umn.edu/centers/slp/economic\\_development/understanding\\_industry.html](http://www.hhh.umn.edu/centers/slp/economic_development/understanding_industry.html)
- [Ilgin and Gupta 10] M.A. Ilgin, S.M. Gupta, Environmentally Conscious Manufacturing and Product Recovery (ECMPRO): A Review of the State of the Art., In Journal of Environmental Management n°91, Vol 3, pp. 563-591, 2010.
- [IMS2020, 11] IMS 2020 Report – “Supporting Global Research for IMS2020 Vision (EU-project) (2008 - 2011)”, <http://ims2020.net/>
- [INTEROP-NoE, 04], "State-of-the Art for Interoperability Architecture Approaches", INTEROP-NoE Project, Deliverable D9.1, November 19, 362 pages, 2004.
- [Jennex, 08] Jennex, M.E. “Current issues in knowledge management.” Information Science Reference, Hershey, New York, 2008.
- [Jennings, 01] Jennings, N. R. “Automated negotiation: Prospects, methods and challenges”. Group Decision and Negotiation Journal, 10(2), p.199-215, 2001.
- [Jin and Lu, 04] Jin, Y. and S. Lu, “Agent-Based Negotiation for Collaborative Design Decision Making” CIRP Annals, Vol.53/1, pp.122-125, 2004.
- [Jun et al. 07] Jun, H.B., Kiritsis, D. and Xirouchakis, P., “Research issues on closed-loop PLM”, Computers in Industry, 58 : 855-868, 2007.
- [Kabachi, 99] Kabachi, N., “Modélisation et apprentissage de la prise de décision dans les organisations productives ” Thèse de Doctorat, Ecole des Mines de St-Etienne, 1999.
- [Kadima, 05] Kadima, H., (Book), “Mda : Conception Orientée Objet Guidée Par Les Modèles”, DUNOD, 232 pages, 2005.
- [Kiekintveld, 2004] Kiekintveld, C. Wellman, M. P. Singh, S. Estelle, J. Vorobeychik, Y. Soni, V. and Rudary, M. “Distributed feedback control for decision making on supply chains”. In Fourteenth International Conference on Automated Planning and Scheduling, pages 384–392, Whistler, BC, 2004.
- [Kersten 08] Kersten, W., Hohrate, P., Boger, M. “An Empirical Approach to Supply Chain Risk Management: Development of a Strategic Framework”, Available: [http://www.poms.org/conferences/poms2007/CDProgram/Topics/full\\_length\\_papers\\_files/007-0507.pdf](http://www.poms.org/conferences/poms2007/CDProgram/Topics/full_length_papers_files/007-0507.pdf) (accessed December 2008)
- [Kleppe and al. 03] Kleppe A., Jos W., and Wim B., “Mda Explained: The Model Driven Architecture™: Practice and Promise”, Addison Wesley, 192 pages, 2003.
- [Lambert et Cooper, 00] Lambert, D.M. et Cooper, M.C. “Issues in Supply Chain Management”. Industrial Marketing Management, 29, pp 65-83, 2000.
- [Lau et al. 08] Lau, H., Agussurja, L., & Thangarajoo, R. “Real-time supply chain control via multi-agent adjustable autonomy”. Computers & Operations Research, 35, 3452-3464, 2008.
- [Lefaix et al. 06] Lefaix-Durand A., Poulin, D., Beaugard, R., Kozak, R., “Relations inter-organisationnelles et création de valeur, synthèse et perspectives”, Revue Française de Gestion, vol. 32 n°. 164, p. 205-228, 2006.
- [Lehoux et al. 08] Lehoux N., D’amours S., Langevin A., “Vers une Approche Collaborative Gagnant-Gagnant au sein d’un réseau Bi-Echelon : Une Application à l’industrie des pâtes et papiers”, MOSIM’08, Paris Editions Tec&Doc, Lavoisier, Avril 2008.

- [Liao, 10] Tsai-Ju Liao, “Cluster and performance in foreign firms: The role of resources, knowledge, and trust”, *Industrial Marketing Management*, Volume 39, Issue 1, pp.161-169, 2010.
- [Lind, 01] Lind, J. “Iterative Software Engineering for Multiagent Systems: The MASSIVE Method”. Springer, 2001.
- [Lopez et al., 01] Lopez, P. et Roubellat, F. “Ordonnancement de la production”. Série productique, Editions Hermès, Traité IC2, 2001.
- [Luiz, 09] Luiz, J.M. and Charalambous, H. “Factors influencing foreign direct investment of South African financial services firms in Sub-Saharan Africa”. *International Business Review* 18, pp.305-317, 2009.
- [Maier et al. 09] Maier, R., Hädrich, T., Peinl, R. “Enterprise Knowledge Infrastructures”. Dordrecht, Heidelberg, London, New York, Berlin: Springer. ISBN 978-3-540-89767-5. 2, 2009.
- [Malhéné, 00] Malhéné N., “Gestion du processus d’évolution des systèmes industriels : conduite et méthode”, Thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1, 2000.
- [Manning et al. 10] Manning, S. Ricart, J.E., Rique, M.S.R., Lewin, A.Y. “From blind spots to hotspots: How knowledge services clusters develop and attract foreign investment”, *Journal of International Management*, Vol. 16, Issue 4, Pages 369-382, 2010.
- [Maria, 97] Maria, A. “Introduction to modeling and simulation”. *Proceedings of the Winter Simulation Conference, WSC’97*, 1997.
- [Martel, 01] Martel A., “Un modèle général pour l’optimisation de réseaux logistiques”, Actes du 4<sup>ème</sup> Congrès International de Génie Industriel, Aix-en-Provence, Juin 2001.
- [Maturana et al. 99] Maturana, F., Shen, W. et Norrie, DH. *MetaMorph: an adaptive agent-based architecture for intelligent manufacturing*. *International Journal of Production Research*, 37(10), pp.2159-2174, 1999.
- [McCarthy et Golilic, 02] McCarthy, T.M. and Golilic, S.L., “Implementing collaborative forecasting to improve supply chain performance”, *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, Vol. 32 No.6, pp. 431-54, 2002.
- [McLaren et al, 02] McLaren T., Head M. and Yuan Y., “Supply chain collaboration alternatives: understanding the expected cost and benefits”, *Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy*, 12(4), pp.348-364, 2002.
- [Melese, 91] Melese, J., *L’analyse modulaire des systèmes*, Les Ed. D’organisation, Paris, 1991.
- [Mellor et al. 04] Mellor S., Kendall S, Uhl, A. and Weise, D., "Mda Distilled: Principles of Model-Driven Architecture", Addison Wesley, 176 pages, 2004.
- [Miller and Jishnu, 03] Miller J., and Jishnu M., "Mda Guide", OMG, Document Number: omg/2003-06-01, 62 pages, 12th June 2003.
- [Moalla et al., 06] Moalla, N., Bouras, A., Ouzrout, Y., Neubert, G., and Tricca, T., “Production Cost Estimation within a Plm Context in Pharmaceutical Industry”, *International conference PLM’06*, Bangalore, India, pp.16-12, pp. 238 – 250, July 2006.
- [Moalla et al., 07] Moalla, N., Bouras, A., Neubert, G., Ouzrout, Y. and Tricca, N., “Cost Lifecycle in the Vaccine Industry”, *5th International Conference on Integrated Design and Production*, Rabat, Marocco, October 22 – 24, 2007.
- [Moalla, 07] Moalla N., *Amélioration de la qualité des données dans l’industrie des vaccins- une approche d’interopérabilité dirigée par les modèles*, thèse de doctorat de l’Université Lyon 2, 2007.
- [Mohamed, 03] Mohamed S., “Web-based technology in support of construction supply chain networks”, *Work Study* 52, (1), pp.13–19, 2003.
- [Mok, 01] *Managing Engineering Knowledge, “MOKA: Methodology for Knowledge Based Engineering Application”*, Edited by Melody Stokes for the MOKA Consortium, 2001.

- [Moorman, 93] Moorman, C., Deshpande, R., Zaltman, G., "Factors Affecting Trust In Market Research Relationships", *Journal Of Marketing*, Vol. 57, p. 81-101, 1993.
- [Moyaux, 04] Moyaux, T. Conception, simulation et analyse de stratégies collaboratives dans des systèmes multi-agents: le cas de la gestion de chaînes logistiques – Thèse de doctorat, 2004.
- [NESDB, 04] NESDB, 2004, *Industry cluster development: Concept and guideline*, Office of National Economic and Social Development Board, ISBN: 974-8047-82-2, 2004.
- [Ngai et al. 11] Ngai, E.W.T., Chau, D.C.K., Chan, T.L.A. "Information technology, operational, and management competencies for supply chain agility: Findings from case studies" *The Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 20, Issue 3, pp. 232-249, 2011.
- [Nonaka, 98] Nonaka I, Konno N. "The concept of Ba: building a foundation for knowledge creation." *California management review*; vol 40, I.3, pp. 40-54, 1998.
- [Østergaard, 09] Christian R. Østergaard, "Knowledge flows through social networks in a cluster: Comparing university and industry links", *Structural Change and Economic Dynamics*, Volume 20, Issue 3, Pages 196-210, 2009.
- [Ouzrout, 96] Ouzrout, Y. "Modélisation et Simulation d'Organisations Productives Réactives : Une Approche Agents". Thèse de Doctorat, Ecole des Mines de St-Etienne, 1996.
- [PapiNet 06] PapiNet, "From theory to reality using the PapiNet XML standards", <http://www.papinet.org>, 2006.
- [Parker, 00] Parker H., "Inter-firm collaboration and the new product development process", in *Industrial Management & Data Systems*, Vol.100 n°6, pp.255-260), 2000.
- [Parlikad et al. 07] Parlikad, Kumar, A., McFarlane, D., 'RFID-based product information in end-of-life decision making', *Control Engineering Practice*, Vol. 15, Issue 11, pp.1348-1363, 2007.
- [Parunak, 96] Parunak H. V. D., "Applications of distributed artificial intelligence in industry". In O'Hare G. M. P. and Jennings N. R., Editors, *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, John Wiley & Sons, p 71-76, 1996.
- [Parunak et al. 00] H.V.D. Parunak, S. Brueckner, J. Sauter et R. Matthews, "Distinguishing Control and Plant Dynamics in Enterprise Modeling", *Proceedings of the 2nd DARPA-JFACC Symposium on Advances in Enterprise Control*. Minneapolis, USA, 2000.
- [Pastor and Molina, 07] Pastor O. and Molina, J.C., "Model-Driven Architecture in Practice: A Software Production Environment Based on Conceptual Modeling", Springer, 298 p., 2007.
- [Pavón, 06] Pavón, J. INGENIAS : Développement Dirigé par Modèles des Systèmes Multi-Agents. Dossier d'Habilitation à Diriger des Recherches de l'Université Pierre et Marie Curie Spécialité: Informatique, 2006.
- [Pinedo et Chao, 99] Pinedo, M., Chao, X. *Operations Scheduling with applications in manufacturing and services*. Editions Mc. Graw-Hill, 1999.
- [PIPAME, 2009] Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Economiques (PIPAME), *La logistique en France : indicateurs territoriaux*, 125 p. <http://www.industrie.gouv.fr/p3e/etudes/logistique/etudes2.php>, Septembre 2009.
- [Porter, 98] Porter M. E., "The Competitive Advantage of Nations", ed. Free Press, 1998.
- [Porter, 08] Porter, M.E. "The Five Competitive Forces That Shape Strategy", *Harvard Business Review*, pp. 79-93, January 2008.
- [Quariguasi, 09] Quariguasi F.N.J., Walther G., Bloemhof J., Van Nunen J.A.E.E., Spengler T., "A methodology for assessing eco-efficiency in logistics networks", *European Journal of Operational Research*, Vol. 193, pp. 670-682, 2009.

- [Qumer & Henderson, 08] A. Qumer, B. Henderson-Sellers, “An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering”, in *Information and Software Technology*, Volume 50, Issue 4, pp. 280-295, 2008.
- [Rao and Georgeff, 95] A.S., Rao and M.P., Georgeff. “*BDI-agents: From Theory to Practice*”, In *Proceedings of the First International Conference on Multiagent Systems*, San Francisco, 1995.
- [Ring, 94] Ring, P.S., Van de Ven A.H., “Developmental processes of cooperative Interorganisational relationships”, *Academy of Management Review*, v.19, p 90-118, 1994.
- [Robinson, 90] L.W. Robinson, “Optimal and Approximate Policies in Multiperiod, Multilocation Inventory Models with Transshipments”, *Operations Research*, 38, 278-295, 1990.
- [Rogers and Tibben, 01] Rogers, D S. and Tibben-Lembke, R. ‘An examination of reverse logistics practices’, *Journal of Business Logistics*, Vol. 22, No. 2, pp.129-148, 2001.
- [Rojot, 03] Rojot J., “La théorie de la structuration chez Anthony Giddens”, dans *Structuration et management des organisations, Gestion de l’action et du changement dans les entreprises*, ed. L’Harmattan, p. 47-57, 2003.
- [Rosenfeld, 00] Rosenfeld, S.A. “Community College/Cluster Connections: Specialization and Competitiveness in the United States and Europe,” *Economic Development Quarterly*, vol. 14, n°1, pp. 51–62, 2000.
- [Rudi et al. 01]: N. Rudi, S. Kapur et D. F. Pyke, ‘A Two-Location Inventory Model with Transshipment and Local Decision Making’, *Management Science*, 47(12):1668-1680, 2001.
- [Sako, 98] Sako, M., “Does Trust improve business performance?” *Trust within and between organizations*, Ed. Lane & Bachmann, Oxford University Press, 1998.
- [Samii, 04] Samii, A-K. *Stratégie Logistique, Supply Chain Management*. Editions DUNOD. 3e edition, Page 14-15, 2004.
- [Sarac et al. 10] Sarac, A., Absi, N., and Dauzere-Peres, S., A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management, *International Journal of Production Economics*, Elsevier, Vol. 128, No. 1, pp. 77- 95, 2010.
- [Schrieber et al. 00] Schrieber, G., H. Akkermans, A. Anjewierden, R. de Hoog, N. Shadbolt, W. Van de Velde, and B. Wielinga, “*Knowledge Engineering and Management. The CommonKADS Methodology*”, Cambridge, MA: MIT Press, 2000.
- [SCOR, 08] SCOR: Supply Chain Operation Reference Model, 2008. SCOR Version 8.0, Supply-Chain Council, Inc, 2008.
- [Serrafero, 00] Serrafero, P., Vargas, C., Renson, D. « *Knowledge Aided Design: Les démarches de PSA et Techspace Aero* », In: *Proceeding of the MICAD*, 2000.
- [Shapiro, 06] Shapiro J. F. (2006), “*Modeling the Supply Chain*”, (Duxbury applied). South-Western College Pub; 2<sup>nd</sup> edition, ISBN-10:0495126098 chapter 1, p 1-27, 2006.
- [Simchi-Levi et al., 00] Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi E., *Designing and Managing the Supply Chain*, Irwin McGraw-Hill, USA, 2000.
- [Sölvell, 03] Sölvell O., Lindqvist G., Ketels C., *The cluster initiative greenbook*, Ivory Tower, Stockholm, 2003.
- [Stadler, 08] Stadler, H., *Supply chain management—an overview in Supply Chain Management and Advanced Planning* (Stadler, H, Kilger, C. editors) Springer-Verlag, Berlin, 2008.
- [Stadler et Kilger, 00] Stadler H., Kilger C. “*Supply Chain Management and Advanced Planning*” - Concepts, Models, Software and Case Studies. Springer, 371 p., 2000.
- [Surephong, 09] Surephong P., « *Caractérisation des échanges d’informations et de connaissances dans les groupements d’entreprises* » Thèse de doctorat, Université Lyon 2, 2009.

- [Swaminathan, 98] Swaminathan J.M., Smith S.F. et Sadeh N.M. Modeling Supply Chain Dynamics: A Multiagent Approach. Decision Sciences, Volume 29 Number 3, pp. 607-632, Summer 1998.
- [Tagaras, 99] G. Tagaras, "Pooling in Multi-Location Periodic Inventory Distribution Systems", Omega, 39-59, 1999.
- [Tchana, 09] Fulbert Tchana "Regulation and Banking Stability: A Survey of Empirical Studies" Working Papers 136, Economic Research Southern Africa, 2009.
- [Thierry, 03] Thierry C., Gestion des chaînes logistiques : modèles et mise en œuvre pour l'aide à la décision moyen terme, Mémoire d'HDR de l'université de Toulouse II, 2003.
- [Thierry et al. 95] Thierry M., Salomon M., Nunen J.V., and Wassenhov L.V., 'Strategic issues in Product Recovery Management', California Management Review, vol. 37, No. 2, 1995.
- [Thomas et Griffin, 96] Thomas, D.J., Griffin, P.M. Coordinated supply chain management. European Journal of Operational Research. 94, pp 1-15, 1996.
- [Tlili, 10] Tlili M., Moalla M., Campagne J.P, Bahroun Z "The transshipment problem in a multi-echelon inventory system with lost sales". ILS'10, 3rd International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain, Casablanca, April 14-16, Actes CD ROM, 10 p., 2010.
- [Towill, 91] Towill D. R., "Supply Chain dynamics". International Journal of Computer Integrated Manufacturing N° 4 (4) pp. 197-208, 1991.
- [Turner et al, 03] Turner, J. R. & Müller, R., "On the Nature of the Project as a Temporary Organization", International Journal of Project Management, vol. 21, no.1, 2003.
- [Trappey 06] Trappey, C.V., Shih, T. and Trappey, A.J.C. "Modeling international investment decisions for financial holding companies" Eu. Journal of Operational research 180, pp.800-814, 2006.
- [Uhm et al. 11] Uhm, Y., Lee, M., Hwang, Z., Kim, Y., Park, S., "A multi-resolution agent for service-oriented situations in ubiquitous domains", Expert Systems with Applications Vol. 38, 13291–13300, 2011.
- [Uschold, 98] Uschold, M., King, M., Moralee, S., Zorgios, Y. « The Enterprise Ontology ». The Knowledge Engineering Review, Special Issue on: Putting Ontologies, n°13, 1998.
- [Usher, 01] Usher, J.S., Kamal, A.H. and Kim, S.W. "A decision support system for economic justification of material handling investments". Journal of Computer & Industrial Engineering 39, pp.35-47, 2001.
- [Van Berten et Ermine, 06] Van Berten P., Ermine J-L. "Applied Knowledge Management: a set of well-tried tools". Journal of Information and Knowledge Management Systems, vol.36, Nr. 4, 2006.
- [Van Bonn and Kraft, 08] Van Bonn B. and Kraft V., "Added Value by Outsourcing of SCEM Solutions: Background and Technical Basis", Strategies and Tactics in Supply Chain Event Management, Springer Berlin Heidelberg, pp. 185-199, 2008.
- [Vincent et al, 04] Vincent L ., Neubert G., Llerena D., Pellegrin C., Synthèse des approches SCM Existantes, livrable 4.1, in COPILOTES rapport de 1<sup>ère</sup> année, pp 47-73, 2004.
- [Vernadat, 07] Vernadat F.B., "Interoperable Enterprise Systems: Principles, Concepts, and Methods", Annual Reviews in Control, Volume 31, Issue 1, 2007.
- [Williamson, 93] Williamson, O.E., "Calculativeness, Trust, and Economic Organization", Journal of Law and Economics, Vol. 36 n°. 1, p. 453-86, 1993.
- [Wooldridge et Jennings, 95] Wooldridge M., Jennings N., "Intelligent agents: Theory and Practice". The knowledge Engineering Review, p 26-37, 1995.
- [Wu and Barnes, 10] Chong Wu, David Barnes "Formulating partner selection criteria for agile supply chains: A Dempster-Shafer belief acceptability optimization approach", in International Journal of Production Economics, Vol. 125, Issue 2, pp. 284-293, 2010.

[Young et Molina, 03] Young P, Molina M, “Knowledge Sharing and Business Clusters”, in 7th Pacific Asia Conference on Information Systems, pp.1224-1233, 2003.

[Yung et al. 99] Yung, S.K. Yang, C. “A New Approach to Solve Supply Chain Management Problem by Integrating Multi-Agent Technology and Constraint Network” HICSS, vol. 5, pp.5023, Thirty-second Annual Hawaii International Conference on System Sciences-Vol. 5, 1999.

[Zarifian, 01] Zarifian P., “Le modèle de la compétence. Trajectoire historique, enjeux actuels et propositions”, Editions Liaisons, 2001.

[Zhang, 11] Zhang, D.Z. “Towards theory building in agile manufacturing strategies—Case studies of an agility taxonomy”, International Journal of Production Economics, vol. 131 (1), pp.303-312, 2011.

[Zuelch et Becker 07] Zuelch G., Becker M., “Computer supported competence management: Evolution of industrial processes as life cycles of organizations“, in Special Issue « Competence Management in Industrial Processes », guest editors, Computers in Industry, V58, issue 2, 2007.