

SOMMAIRE

RESUME	01
INTRODUCTION GENERALE	02
CHAPITRE I: GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES	
I.1 Introduction.....	04
I.2 Historique.....	04
I.3 Logistique.....	05
I.3.1 Définition et but.....	05
I.3.2 Les types de logistiques.....	05
I.4 La chaîne logistique ou Supply Chain.....	06
I.4.1 Présentation générale.....	06
I.4.2 les différentes structures de la chaîne logistique.....	09
I.4.3 Les différents flux.....	10
I.4.3.1 flux physiques.....	10
I.4.3.2 flux d'informations.....	10
I.4.3.3 flux financiers.....	10
I.4.4 Les fonctions de la chaîne logistique.....	10
I.4.4.1 La planification.....	10
I.4.4.2 L'approvisionnement.....	11
I.4.4.3 la production.....	11
I.4.4.4 La distribution.....	11
I.4.4.4 Le transport.....	11
I.4.5 Le modèle SCOR.....	11
I.5 Gestion de la chaîne logistique.....	12
I.5.1 Définition.....	13
I.5.2 Les niveaux décisionnels.....	14
I.6 Les performances.....	15
I.6.1 Indicateur de performance : le degré de partenariat.....	15
I.6.1.1 L'intégration.....	16
I.6.1.2 La coordination.....	16

SOMMAIRE

I.5.1.3 La coopération.....	17
I.5.1.4 Le partage d'information.....	17
I.6.2 Modélisation de la chaîne logistique.....	18
I.6.2.1 Modèle conceptuel.....	18
I.6.2.2 Modèle analytique.....	18
I.6.2.3 Modèle par simulation.....	18
I.6.3 Les enjeux de la chaîne logistique.....	19
I.6.4 Optimisation de la chaîne.....	20
I.7 Conclusion.....	20

CHAPITRE II: SYSTEME MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAÎNES LOGISTIQUES

II.1 Introduction.....	21
II.2 Présentation.....	21
II.3 Les agents.....	22
II.3.1 Définition.....	22
II.3.2 Les propriétés d'agents.....	23
II.3.3 Classification.....	23
II.3.3.1 Les agents réactifs.....	23
II.3.3.2 Les agents cognitifs.....	24
II.3.3.3 Les agents hybrides.....	25
II.4 Les systèmes multi-agents(SMA).....	26
II.4.1 Définition.....	26
II.4.2 Caractéristique d'un SMA.....	26
II.4.3 Les différentes formes d' SMA.....	27
II.5 Organisation dans le système multi-agent.....	27
II.5.1 la communication entre agents.....	27
II.5.2 La coopération entre agents.....	28
II.5.3 La collaboration entre agents.....	29
II.5.4 La négociation dans le système.....	29

SOMMAIRE

II.5 Utilisation du SMA pour la gestion de la chaîne logistique.....	30
II.6.1 Modélisation de SMA.....	32
II.6.1.1 Etapes de modélisation.....	32
II.5.1.2 Outils de conception d'un SMA.....	33
II.6.1.2.1 Les plates formes.....	33
II.6.1.2.2 Les protocoles de communication.....	34
II.6.2 Les enjeux du système multi-agent.....	39
II.6.3 architecture du système multi-agents proposée pour la gestion de la chaîne logistique...	35
II.7 Conclusion.....	36

CHAPITRE III : CONCEPTION ET PERSPECTIVE D'IMPLEMENTATION

II.1 Introduction.....	37
III.2Description et objectifs de l'application.....	37
III.2.1 Rappel de notre démarche.....	37
III.2.2 Objectifs de l'application.....	37
III.2.3 Tâche d'exécution des agents.....	38
III.3 Modélisation des perspectives du système	39
III.3.1 Dictionnaire de Données.....	39
III.3.2 Modèle Conceptuel de données.....	43
III.3.3 Diagramme de cas d'utilisation	44
III.3.4 Diagramme de classe.....	45
II.3.5 le diagramme de séquence.....	46
III.4 Les perspectives d'implémentation.....	47
III.4.1 Outils de développement	47
III.4.2 Traitement et maquettes d'écrans.....	47
III.5 Conclusion.....	52
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	53
REFERENCES.....	54

LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX

ANNEXES

RESUME

L'optimisation des chaînes logistiques, permettant l'amélioration du taux de services d'un côté et une obtention de niveaux de stock souhaités d'un autre côté, représente de nos jours un enjeu majeur pour les entreprises.

Ce projet propose une approche utilisant le paradigme d'agents pour améliorer et optimiser le coût tout au long de la chaîne.

Notre recherche est focalisée sur la coopération entre les acteurs principaux d'une chaîne logistique en agissant sur le choix des fournisseurs en particulier, ce choix étant très important car il permet d'aider à réduire le coût de l'approvisionnement et donc de tout le flux financier de la chaîne.

Cela revient à considérer l'ensemble des acteurs comme un système multi-agents dont chaque agent (fournisseur, producteur, client...) est représenté comme une entité autonome.

Mots clés : Chaînes logistiques, gestion des chaînes logistiques, systèmes multi-agents, production, approvisionnement.

Introduction Générale

Le rôle des industries manufacturières est de proposer des produits au moindre prix et de bonne qualité au marché souvent international. Aussi, l'évolution continue du marché industriel a fait progresser le niveau de compétition entre les entreprises, celles-ci font généralement parti d'un système appelé : chaîne d'approvisionnement (ou chaîne logistique).

La chaîne logistique est un système dont l'objectif est dédié à approvisionner, fournir, produire et distribuer des matières premières ou produits finis d'un site à un autre. Le problème qui se pose c'est lorsque la chaîne logistique est soumise à des perturbations (grèves, marché imprévisible, , demandes incertaines, aléas de production, ...), les décideurs de la chaîne logistique doivent disposer de moyens nécessaires pour régler cela que se soit au niveau de la planification ou dans l'exécution de leur activités.

Pour cela, le fait de mettre en place une gestion de la chaîne logistique revient à s'appuyer sur des systèmes performants leur permettant d'acquérir de nouveaux avantages concurrentiels car elles répondent plus vite à la demande et réduisent le délai de mise en œuvre sur le marché.

Une des solutions qui existent est représentée par l'utilisation des systèmes multi-agents, reconnus pour leurs atouts fournissant des méthodes pour analyser, désigner, et implémenter des applications car ils font partie du domaine de l'intelligence artificielle, des systèmes informatiques distribués et du génie logiciel.

Le paradigme SMA (système Multi-Agents) est une discipline qui s'intéresse aux comportements collectifs produits par les interactions de plusieurs entités autonomes et flexibles appelés agents.

L'objectif de notre projet est de réaliser un système multi-agents pour apporter une démarche d'aide à la prise de décision afin de minimiser le coût global lors de la gestion de la chaîne logistique. Le but réel est de réaliser une gestion distribuée de l'approvisionnement, ceci pour répondre au mieux aux demandes des clients tout en offrant l'aspect de réactivité.

Pour éclaircir la démarche de notre travail, ce document est articulé selon les chapitres suivants :

INTRODUCTION GENERALE

Le premier chapitre décrit le contexte de notre recherche, nous définissons les termes logistiques, chaîne logistique, gestion et les enjeux liés à ceux-ci d'une part, et d'autre part l'analyse, l'étude sur la modélisation de la chaîne logistique et les méthodes proposées pour ce fait.

Le second chapitre est consacré à l'approche utilisée, qui est les systèmes multi-agents. Nous définirons ce paradigme et décrirons son fonctionnement pour déduire ses avantages et ses inconvénients.

Le troisième chapitre concerne la modélisation de l'application en utilisant les diagrammes UML et l'implémentation.

1. Editeur

Notepad++ est l'un des éditeurs le plus connu et utilisé. Il représente un éditeur de texte générique codé en c++, intégrant la coloration syntaxique de code source pour les langages et fichiers c, c++, java, c#, xml, html, php, JavaScript, ainsi que pour tout autre langage informatique car ce logiciel propose la possibilité de créer ses propres colorations syntaxiques pour un langage quelconque. Notepad++ est un logiciel basé sur la composante Scintilla qui a pour but de fournir un éditeur léger, efficace et également une alternative au bloc notes de windows.



Figure III.15 : Editeur Notepad++

2. IDE

NetBeans est un environnement de développement qui s'adapte aux langages de programmation (Javascript, Python, PHP, Groovy, C/C++...), aux outils et aux ressources dont vous disposez. Le programme détecte automatiquement la présence de Java, JDK, SOA, Ruby, MySQL, etc. sur votre système, ainsi que les serveurs Apache ou GlassFish, pour vous fournir les plugins nécessaires. De plus il sert à créer de façon rapide et facile des applications Web, des portails d'entreprise, des logiciels multiplateformes sous Java, des logiciels pour mobiles etc. Par ailleurs cet environnement dispose d'une interface d'édition, un module de prévisualisation, de modèles et de bibliothèques, de fonctions d'implémentation.



Figure III.16 : NetBeans

3.SGBD MySql

Dans une application il est important d'avoir une base de données permettant ainsi d'enregistrer les données et de les modifier. Pour cela plusieurs logiciels (des SGBD sont disponibles). Wampserver est une plate forme de développement web de type Wamp permettant de faire fonctionner localement des scripts php. Ceci ne représente pas un logiciel mais un environnement comprenant deux serveurs (Apache et MySQL) , un interprète de script(PHP) ainsi que phpMyAdmin pour l'administration web des bases Mysql. Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer et administrer ses serveur à travers des bases de données.



Figure III.17: WampServer

4. Modèle de Conception

Pour la conception de notre MCD et des différents diagrammes UML notre choix c'est porté sur l'un des meilleur logiciel tel que PowerAMC.C'est un logiciel de conception crée par la société SDP permettant la modélisation, les traitements informatiques et leur base depuis le rachat par cet éditeur en 1995. PowerAMC permet de réaliser tous les types de modèles informatiques, et reste l'un des seuls qui permet de travailler avec la méthode Merise et améliore la modélisation, les processus, le coût et la production des applications

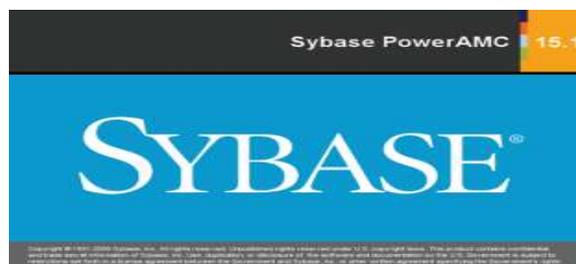


Figure III.18: PowerAMC

4. La plate forme

Developper une application avec les agents nécessite l'utilisation d'une plate forme plusieurs en sont disponible mais celui choisi est JADE. JADE est une plate forme developpée par le CSELT qui facilite le développement des systèmes multi-agents. Elle est gratuite et Open source .

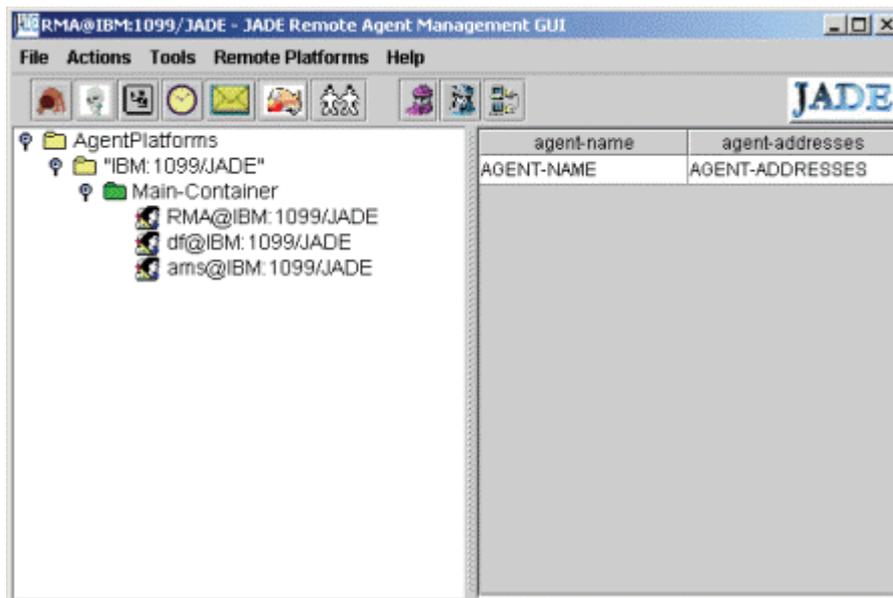


Figure III.19: Plate forme JADE

I.1 Introduction

Les chaînes logistiques représentent un avantage concurrentiel que les entreprises cherchent à garder, le problème qui se pose est qu'il est difficile d'anticiper l'évolution d'une chaîne logistique. Ce chapitre présente une vue générale sur la notion de la logistique ainsi que la chaîne logistique et la gestion de chaînes logistiques, pour aboutir à la présentation des enjeux et les outils de gestion de chaînes logistiques.

I.2 Historique [Net2]

La relation entre les clients et les fournisseurs a fortement évolué au niveau de plusieurs aspects :

- Renforcement du besoin de personnalisation et d'adaptation des produits et services aux besoins des clients ;
- Raccourcissement des délais de livraison ;
- Multiplication des canaux de distribution ;
- Internationalisation des échanges.

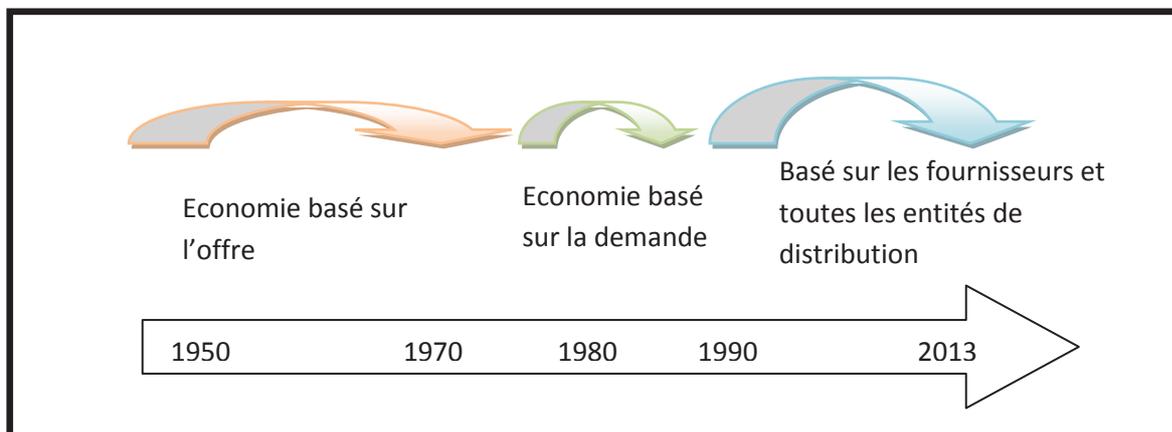


Figure I.1: émergence historique de la chaîne logistique

I.3 Logistique [CHOP & all, 01]

I.3.1 Définition et but

La logistique est un mot provenant du qualificatif grec « Logísticos » qui signifie « relatif au raisonnement » qui est perçu comme une activité qui a pour objet de gérer les flux physiques d'une organisation mettant ainsi à sa disposition des ressources correspondante aux besoins et aux conditions économiques.

La logistique, représentait un art militaire devenu une pratique de plus en plus spécialisée dans les activités civiles à partir de la moitié du 20^{ème} siècle. L'apport militaire a été considérable à la logistique à travers le temps (transport, approvisionnements...).

La logistique ne devient un secteur d'activité à part entière que vers la fin du 20^{ème} siècle, avec ses méthodes, ses acteurs, ses métiers et ses techniques et a été prise en charge par des entreprises à la recherche de création de valeur donnant alors naissance aux premiers prestataires logistiques.

Nous avons les définitions suivantes pour la logistique :

- **Christopher Martin**, la définit comme un processus de planification d'implication et du contrôle de l'efficacité des flux, des biens et services de leur point de départ à leur point de consommation;
- **Rama Rao** montre de la fin du 19^{ème} siècle jusqu'à la deuxième guerre mondiale que le terme logistique est beaucoup utilisé par les militaires et désigne l'art de combiner tous les moyens de transport;
- **Jean René Edighoffer**, considère que la logistique regroupe l'ensemble des activités permettant la mise en place au moindre coût d'une quantité déterminée de produits à l'endroit au moment où la demande l'exige.

I.3.2 Les types logistiques

La logistique peut être subdivisée de la manière suivante :

- ❖ **Logistique d'approvisionnement**, ensemble d'activités dédiées à l'assurance de la mise à disposition dans les délais souhaités, par l'entreprise, des références et quantités voulues, des matières premières, produits semi-finis, équipements à moindre coût.

- ❖ **Logistique de production**, son objectif est d'assurer la mise en place dans le délai souhaité les unités de production et quantités voulues de matières premières et en-cours de production à moindre de coût
- ❖ **Logistique de distribution**, ensemble d'activités destinées à assurer la mise à disposition dans les délais souhaités par le client ou le consommateur final des références et quantités voulues de produits finis dans les meilleurs coûts
- ❖ **logistique inversée**, processus assurant les retours des marchandises (mise en place par l'entreprise pour l'évaluation).

I.4 La Chaîne Logistique ou Supply chain

I.4.1 Présentation générale

La chaîne logistique ou supply chain selon le vocabulaire anglo-saxon, a pris son ampleur vers l'année 1990. Nous pouvons dire que la chaîne logistique contient toutes les activités liées au flux et à la transformation des biens depuis les matières premières jusqu'au produit fini livré à l'utilisateur ainsi que les flux d'information.

Cependant la chaîne logistique est un terme qui renferme une définition selon chaque vision d'où le tableau suivant qui montre les différentes définitions qui existent dans la littérature.

Références	Définitions
CHRISTOPHER 92	Réseau d'entreprises participant en amont et en aval aux différents processus et activités créant ainsi de la valeur sous forme de produits apporté au consommateur.
LEE et BILLINGTON 93	Réseau d'installation qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières de transformation de celles-ci en composants puis en produits finis et de distribution des produits finis vers le client
LA LONDE et MASTER 94	Ensemble d'entreprise se transmettant des matières.
GANESHAN et HARRISON 95	Réseau d'installation et de distribution assurant la

CHAPITRE I : GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

	fonction d'approvisionnement en matières première
ROTA 98	Ensemble d'entreprise intervenant dans les processus de fabrication de distributions et de vente de produit
TAYUR et AL 99	Système de sous-traitants de producteur, distributeur de détaillant et de clients entre lesquels s'échangent les flux matériels dans le sens des fournisseurs vers les clients
Stadlter et Kilger 00	Ensemble de deux ou plusieurs organisation indépendantes, liées par les flux physiques, information et financier qui peuvent être représentées par des entreprises produisant des composant des produits intermédiaires et des produits.
Mentzer et al 01	Groupe d'au moins trois entités directement impliquées dans les flux en amont et en aval de produits , services, finances qui vont d'une source jusqu'au client
Gemin 03	Réseau d'organisation géographiquement réparties sur plusieurs sites qui coopèrent pour réduire les coûts et augmenter la vitesse des processus et activités entre les fournisseurs et les clients
Lummus et Vokurka 04	les activités impliquées dans la livraison d'un produit depuis le stade de matière première jusqu'au client en incluant l'approvisionnement en matière première et produits semi-finis, la fabrication et l'assemblage, l'entreposage et le suivi des stocks, la saisie et la gestion des ordres de fabrication, la distribution sur tous les canaux.
Poirel et Bonnet 06	La chaîne logistique constitue un ensemble d'opérations de distribution physique, de gestion de production et de

CHAPITRE I : GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

	gestion d'approvisionnements, réalisées par un certain nombre d'entreprises d'industrie, commercial ou prestataire de services dans une logique de coordination de l'offre par la demande.
--	--

Tableau I.1 : définitions de la chaîne logistique [CHRIS & all , 98]

Aussi, la chaîne logistique s'est fixée des objectifs, nous pouvons en citer quelque uns :

- s'orienter vers le client final,
- augmenter la satisfaction des clients via la livraison orientée sur ses besoins,
- adapter de manière rapide les modifications du marché,
- diminuer le niveau de stock sur l'ensemble de la chaîne logistique,
- l'optimisation globale du processus de livraison aux différents niveaux,
- simplification des flux physiques,
- diminuer le temps de livraison.

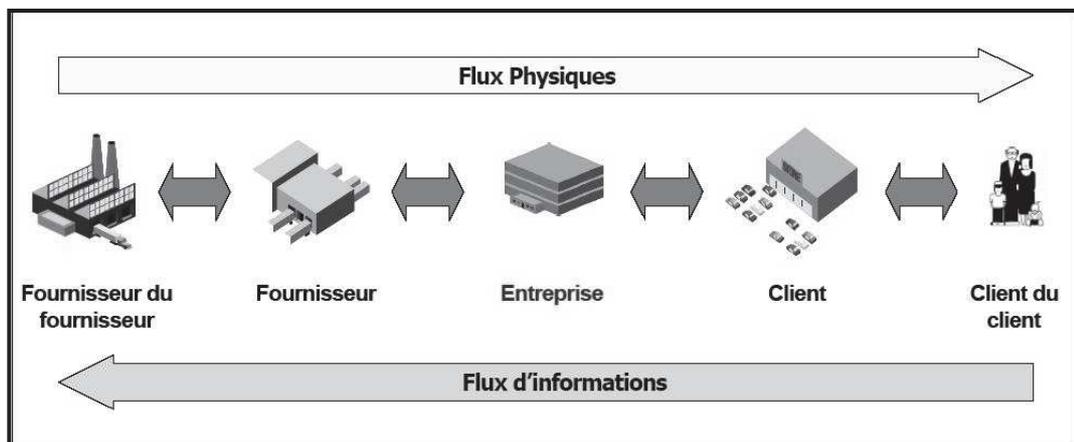


Figure I.2 : Exemple d'une chaîne logistique

I.4.2 Les différentes structures de la chaîne logistiques

La structure d'une chaîne logistique dépend de sa nature et des objectifs souhaités lors de sa conception. Les architectures qui existent peuvent être classifiées comme suit :

- Divergente ou de distribution : une chaîne est dite divergente si un fournisseur alimente plusieurs clients, plusieurs fournisseurs ou un réseau d'entreprises.
- Convergente ou d'assemblage : une chaîne est dite convergente si un client (ou entreprise) est alimenté(e) par plusieurs fournisseurs.
- Réseau : est la composition d'une structure convergente et divergente
- Série (linéaire ou séquentielle) : chaque entité de la chaîne alimente une seule entité en aval.

Ces différentes structures peuvent être à deux ou à plusieurs niveaux.

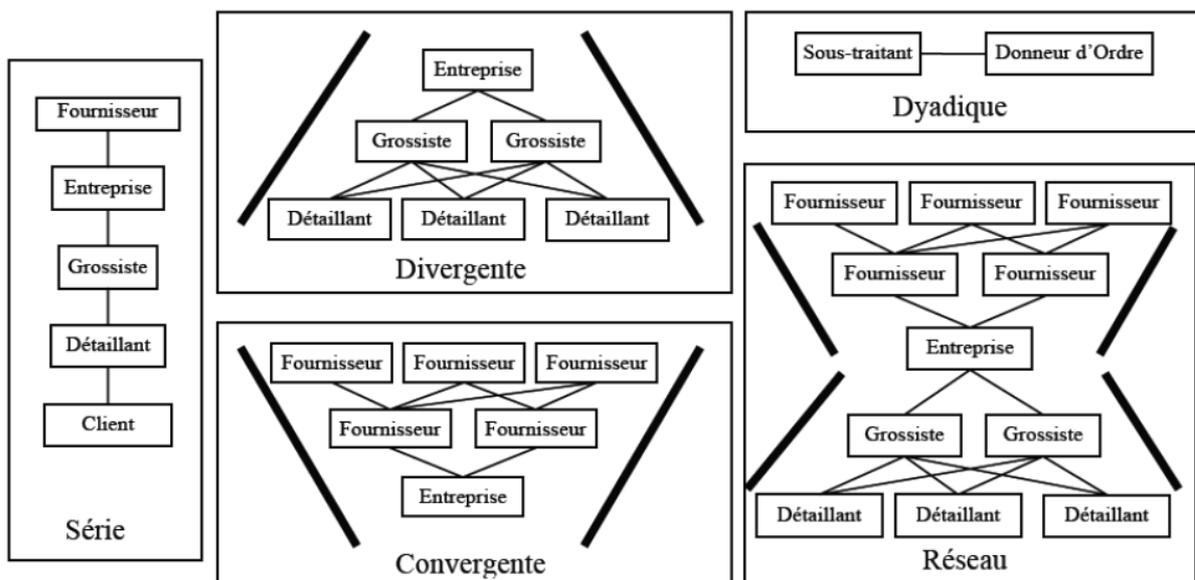


Figure I.3 : les structures de la chaîne logistique

Ces structures ont pour but d'offrir des cadres de modélisation pour l'étude des chaînes logistiques.

I.4.3 Les flux de la chaîne logistique [CHOP & all, 01]:

Les entreprises d'une chaîne logistique sont liées entre elles par trois flux : les flux d'informations, les flux physiques et les flux financiers.

I.4.3.1 Flux physiques

Ils représentent toutes les marchandises (produit final, matières premières, composants) qui circulent au niveau de la chaîne logistique de l'amont vers l'aval c'est-à-dire du fournisseur vers le client.

I.4.3.2 Flux d'informations

Représentent l'ensemble des informations qui circulent dans les deux sens (du fournisseur vers le client ou du client vers le fournisseur) qui sont utilisées par les acteurs de la chaîne pour coordonner, planifier et prévoir leurs activités et demandes d'approvisionnement jusqu'à la livraison du client final.

I.4.3.3 Flux financier

Connu aussi sous le nom de flux monétaires, circulent dans le sens inverse du flux physiques, ils représentent la totalité des ventes et d'achats. C'est un flux qui est échangé entre les acteurs de la chaîne et perçu comme une monnaie d'échange lors d'une fin d'activités.

I.4.4 Les fonctions de la chaîne logistique

La chaîne logistique est un point de rendez vous de plusieurs horizons (la gestion de la qualité, conception de produits et services clientèles ...) réalisables par l'exécution de différents processus tels que : la planification, l'approvisionnement, la production, la distribution et le transport.

I.4.4.1 La planification

C'est le processus chargé d'organiser les autres fonctions de la chaîne logistique. Il se compose de trois importantes activités : la prévision de la demande ; la gestion de stock et la planification de la production.

I.4.4.2 l'approvisionnement

C'est une tâche qui définit toutes les activités nécessaires pour récupérer les matières premières pour la fabrication du produit. Elle comprend toutes les décisions liées à la mise à disposition des éléments de la production. Son but principal consiste à informer l'entreprise des opportunités et des développements des marchés.

I.4.4.3 La production

Ensemble des activités nécessaires pour la réalisation de la fabrication et du stockage des produits. Elle se base sur la conception et la gestion de la production et des services.

I.4.4.4 La distribution

Chargée des livraisons des produits aux clients. Elle fait intervenir dans sa tâche la gestion des commandes et la gestion du transport.

I.4.4.5 Le transport

C'est l'un des processus les plus importants dans la chaîne logistique. Il représente l'ensemble des moyens par lesquels les produits sont transportés (avion, bus, camion...). Il inclut :

- le prix du transport,
- la taille de l'envoi,
- la valeur de livraison,
- le lieu de chargement et de destination.

I.4.5 Le modèle SCOR [BOLS 02]

L'évaluation de la performance par un système est une problématique largement étudiée dans la littérature. Le modèle SCOR (Supply Chain Operation Reference model) est un modèle qualitatif (satisfaction du client, flexibilité, intégration du flux physique et d'information) qui a prit naissance en 1996 lors du groupement de 69 industriels qui ont formé le Supply Chain Concil (SCC). Ce modèle de référence est composé de 4 niveaux, décrit les processus clés présents dans chaque entreprise de la chaîne logistique, propose des indicateurs de performance

CHAPITRE I : GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

relatifs à chacun des processus, décrit les meilleures pratiques associées à chacun des éléments des processus et identifie les progiciels commerciaux pour les appliquer. La figure suivante montre une illustration d'une chaîne logistique et les processus de base correspondant à sa définition. La flèche vers le haut montre que toutes les procédures doivent faire l'objet de coordinations progressives et/ou d'une coordination générale : la planification.

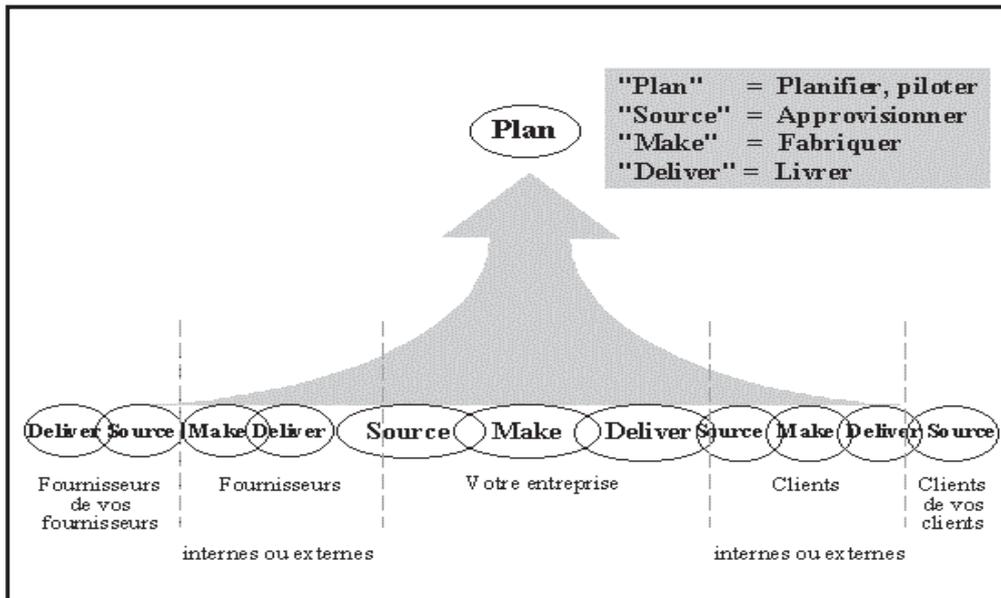


Figure I.4: Le modèle SCOR

I.5 Gestion de la chaîne logistique

La gestion de chaînes d'approvisionnements (Supply Chain Management) est un thème existant depuis 1960 mais est apparu dans la littérature dans les années 80. La gestion de la chaîne logistique est la clé de compétitivité entre les entreprises. Elle représente une intégration de flux d'informations et de matériaux.

I.5.1 Définition [METZ 91]

Pendant l'année 91, Metz a défini la gestion des chaînes d'approvisionnements comme une approche par processus qui gère les produits, l'information et les opérations financières à travers le réseau d'approvisionnement du fournisseur initial au client final. Plusieurs autres définitions ont été proposées, nous en citons :

Références	Définitions
Jones et Riley 85	Une approche pour s'accorder sur la planification et le contrôle du flux physique depuis les fournisseurs jusqu'à l'utilisateur final.
Berry et al 94	Echange d'informations sur les besoins du marché, à développer de nouveaux produits et à réduire la base de fournisseurs d'une entreprise afin de libérer des ressources de gestion pour le développement de relations significative sur le long terme.
Tan et al 98	gestion des approvisionnements et des marchandises depuis les fournisseurs de matières premières jusqu'au produit fini (et aussi de son éventuel recyclage) se focalise sur la façon dont les entreprises utilisent les processus, la technologie et l'aptitude à améliorer la compétitivité de leurs fournisseurs.
Simchi-Levi et al, 2000	ensemble d'approches utilisées pour intégrer efficacement les fournisseurs, les producteurs,

CHAPITRE I : GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

	les distributeurs, de manière à ce que la marchandise soit produite et distribuée à la bonne quantité, au bon endroit et au bon moment dans le but de minimiser les coûts et d'assurer le niveau de service requis par le client.
Geunes et Chang, 2001	Coordination et l'intégration des activités de la chaîne logistique avec l'objectif d'atteindre un avantage compétitif viable. La gestion de la chaîne logistique comprend donc un large panel de problématiques stratégiques, financières et opérationnelles.
Rota-Franz et al 04	Faciliter les ventes en positionnant les produits en bonne quantité, au bon endroit, et au moment où il y en a besoin et enfin à un coût le plus petit possible.

Tableau I.2 : définitions de la gestion de la chaîne logistique

I.5.2. Les niveaux décisionnels [NISS & all, 01]:

Dans la gestion de la chaîne logistique, certaines notions issues de l'entreprise s'étendent à la chaîne logistique, dont la notion de niveau décisionnel. Nous pouvons avoir plusieurs niveaux décisionnels :

- **Niveau Stratégique :** déterminer les objectifs pour l'ensemble des parties prenantes (partenaires), conception ou configuration de la structure de la chaîne, analyse de la manière dont la gestion de la chaîne logistique peut développer ou améliorer la compétitivité des entreprises partenaires.
- **Niveau tactique :** gestion des activités des entreprises pour garantir l'efficacité globale de la chaîne logistique, gestion des systèmes collectifs de transport et distribution, et cherchent à améliorer l'échange d'information dans le cadre des objectifs stratégiques.

- **Niveau Opérationnel** : contrôler et gérer des stocks et les flux physiques, coordonner la planification de la production en spécifiant le partage des informations opérationnelles ainsi que le développement d'outils de pilotage opérationnel.

I.6 Les Performances [MUL & all, 03]

Dans une économie mondialisée et en réseau, la compétitivité des entreprises manufacturières repose sur leur capacité à se positionner dans la chaîne globale de création de valeur. Elles doivent être capables de caractériser leurs chaînes logistiques, il est donc important qu'elles sachent évaluer les attendus, les enjeux et les risques liés à la mise en œuvre de ces relations. L'appréhension techniques existantes est indispensable. Ceci dit, plusieurs facteurs déterminent les performances de la chaîne logistique, les plus connus sont le coût total logistique (coût de transport, le coût de stockage et le coût de gestion des commandes), le niveau de service ainsi que le degré de partenariat (coopération, collaboration, partage d'information) ces deux derniers facteurs sont tirés du coût de stockage, coût d'achat et la gestion des opérations. D'où l'existence d'une relation d'optimisation qui intervient dans la gestion de la chaîne logistique.

I.6.1 Indicateurs de performance : le degré de partenariat [MAT & all, 04]

L'entente industrielle est un choix stratégique d'entreprise, motivé par la recherche de l'accroissement des compétences, le partage des risques, le bénéfice d'une création de valeur. Les objectifs finaux de la gestion de la chaîne logistique en termes de réponses aux besoins des clients et de compétitivité de la chaîne reposent sur l'intégration, la coopération, la coordination et le partage d'information. Ceux-ci dépendent:

- Du partenariat
- Du type d'informations ou de traitements
- De l'échange ou le partage d'information entre les acteurs.

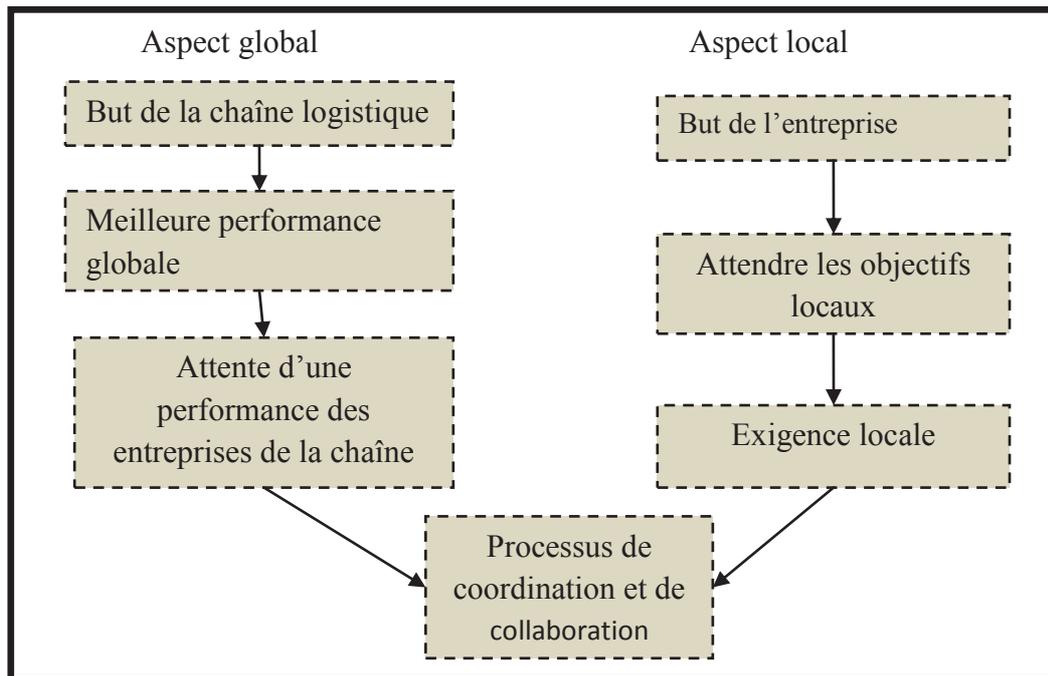


Figure I.5: Collaboration et coordination dans la chaîne logistique [ROB 08]

I.6.1.1 L'intégration

L'intégration consiste à nouer des liens de partenariats entre les acteurs. Nous avons les étapes qui constituent le processus d'intégration :

Etape1 : choisir des partenaires capables d'apporter des idées pour la satisfaction des contraintes techniques et économiques de fabrication.

Etape 2 : l'organisation du réseau et l'organisation collaborative. La collaboration consiste à établir des relations indépendantes mais liées économiquement

Etape3 : concerne la prise de décision globale. Ces décisions peuvent être prises par l'entreprise la plus influente ou par le groupe de pilotage. Elles peuvent représenter l'introduction ou l'exclusion d'un partenaire ou la définition d'une stratégie générale de la chaîne.

I.6.1.2 La coordination

La coordination est basée sur la gestion des trois flux qui interviennent dans la gestion de la chaîne logistique (flux de matières, flux d'informations, flux financier). Elle repose sur

l'utilisation des technologies de l'information et de la communication permettant d'échanger et de traiter l'information sur des sites distants. La coordination vise à synchroniser les actions dans le temps. Son but est d'améliorer l'ensemble des activités liées à la fabrication et à la commercialisation des produits. La planification des tâches est une action de la coordination.

I.6.1.3 La coopération

La coopération peut être définie comme une méthode économique par laquelle des personnes ayant des intérêts communs constituent une entreprise ou les droits de chacun à la gestion sont égaux ou le profit est reparti entre les seuls associés, la coopération représente donc une action collective dirigés vers un but commun.

La coopération permet d'accéder à des objectifs inaccessibles qui consistent à:

- Améliorer les compétences ;
- Améliorer les performances individuelles ou collectives ;
- Avoir un avantage concurrentiel ;
- Créer de la confiance entre les acteurs de la chaîne.

Elle nécessite un comportement coordonné de la part des acteurs, basé sur l'échange d'informations fiables, de compétences et de méthodes et d'outils de travail.

I.6.1.4 Le partage d'information dans la chaîne logistique

Les acteurs d'une chaîne logistique n'ont en général pas tous le même niveau de connaissances de la demande du marché final, selon leur position dans la chaîne. De plus il existe dans la littérature un nombre important de travaux qui étudient la valeur de partage d'information dans la chaîne logistique. Les travaux existant se différencient sur beaucoup de points, tel que la structure de la chaîne, l'information partagée, les indicateurs d'évaluation de la valeur de ce partage ainsi que les approches et les applications mises en place pour concrétiser le phénomène de partage d'information.

I.6.2 Modélisation de la chaîne logistique [SHAP & all , 01]

La chaîne logistique est un système complexe qui génère de nombreuses incertitudes. La modélisation permettra une meilleure gestion. Par ailleurs, le modèle utilisé représente une simplification du système pour l'analyse, le contrôle et le pilotage. Il existe 3 types de modèles: le modèle conceptuel, le modèle analytique, et le modèle par simulation.

I.6.2.1 Modèle conceptuel

C'est un modèle qui représente la description basique d'un système économique comme la chaîne logistique qui sont vue sous forme de diagramme sa représentation dépend de l'expérience du modélisateur. Ce genre de modèle nécessite de trouver un bon équilibre entre la précision et la communication il est difficile à mettre en œuvre pour les organisations très complexes et il ne fournit d'orientation quant au contrôle et au pilotage de la chaîne.

I.6.2.2 Modèle analytique

Celui-ci est utilisé pour la conception de la chaîne logistique et pour l'optimisation des coûts. Son objectif est de modéliser un système réel par un ensemble d'équations exprimant les contraintes et les objectifs à la différence du modèle précédent qui contribue à la compréhension du système.

I.6.2.3 Modèle par simulation

C'est l'un des modèles les plus utilisés et pratiques surtout dans le cas où nous ne pouvons pas utiliser le modèle analytique. Il consiste à faire des prévisions et des évaluations de performances du système et capturer les incertitudes et le traitement de l'aspect dynamique de ceux-ci.

Soit le tableau suivant illustrant la différence entre les trois modèles :

	Modèle conceptuel	Modèle analytique	Modèle par simulation
Représentation de la chaîne logistique	-diagramme et description	-formules et équations	-Objet et interactions
Utilité du modèle	- compréhension du système	-performance et optimisation	-prévisions futurs du comportement du système

Tableau I.3: différence entre les trois modèles de modélisation de la chaîne logistique

I.6.3 Les enjeux de la chaîne logistique

La gestion de la chaîne logistique apparaît comme un axe de rationalisation majeur de l'activité des entreprises. L'économie estimée que pourraient réaliser distributeurs et industriels à travers l'amélioration de leurs performances logistiques s'élève en effet à 16 milliards d'euros d'après une étude de Cap Gemini Ernst & Young. Inversement, des performances médiocres ou insuffisantes par rapport aux standards du secteur d'activités peuvent se révéler fatales. Ainsi, «plusieurs facteurs ont contribué à la , mais le plus important a été son manque de compétitivité sur les prix, un échec que certains attribuent à son incapacité à maîtriser les technologies de la chaîne logistique , par conséquent, à bénéficier des gains de productivité logistique.

L'importance stratégique de la fonction logistique n'est plus à démontrer ainsi est la montée de la fonction logistique, illustré par l'apparition de la fonction Supply Chain Manager dans les entreprises, dédiée à l'optimisation de l'ensemble des flux logistiques de l'entreprise, provoquant de fait une différenciation entre les acteurs de pilotage des flux, ayant une approche plus transversale et les acteurs de gestion opérationnelle des activités logistiques. En résumant nous avons

- Mise en œuvre très longue et coût très élevé
- L'intégration avec des fournisseurs est parfois difficile
- Problème de gestion des stocks
- N'est pas optimale en temps de crise économique

I.6.4 Optimisation de la chaîne [Rioux & all, 02]

L'optimisation est très importante pour la chaîne logistique vue les conséquences d'une mauvaise gestion de celle-ci. Dans ce cas, le client et le fournisseur doivent être en parfait accord afin de maintenir un bon niveau d'entente dans la chaîne logistique.

Celle ci s'opère à travers la mise en œuvre d'actions spécifiques qui se situent à différents niveaux tels que :

- La prévision du volume de vente afin d'augmenter les activités de l'entreprise pour lui permettre ainsi d'adapter ses ressources à toute évolution de l'activité.
- La synchronisation des informations et des opérations effectuées entre les fonctions de l'entreprise (production, distribution, commercialisation) impliqué dans le fonctionnement de la chaîne logistique.
- L'amélioration de l'intégration des activités logistiques c'est à dire les activités concernant la préparation des commandes d'entreposage et de transport.

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les notions fondamentales liées aux chaînes logistiques, la gestion de la chaîne logistique apparait alors comme un axe de rationalisation des activités des entreprises.

Nous avons abordé les performances, l'optimisation de la chaîne logistique et le degré de partenariat entre les acteurs de la chaîne pour améliorer la performance globale de la chaîne.

Ainsi, nous avons déduit que l'information est une des ressources les plus importantes dans une organisation. En se basant sur des données précises, les acteurs de la chaîne peuvent prendre de bonnes décisions qui affectent directement la performance de la chaîne.

Pour aboutir à une bonne prise en charge de l'information distribuée, plusieurs solutions existent, nous en citons les systèmes multi agents.

Le prochain chapitre a pour destination d'évoquer ces systèmes, qui constituent la solution utilisée pour mener notre travail afin d'aboutir au but souhaité.

II.1 Introduction

Selon RuiCarvalho en 2005, la technologie multi-agents est une alternative aux techniques d'optimisation classiques pouvant contribuer à résoudre les problèmes complexes que nous rencontrons dans la gestion des chaînes logistiques.

Notons qu'une architecture multi-agents représente un modèle du monde réel dans lequel les décisions et le raisonnement sont distribués parmi les agents, un système multi agents peut donc être adapté à une chaîne logistique.

Ce chapitre consiste à présenter une description des systèmes multi-agents (SMA) en donnant quelques définitions et abordant les outils utilisés pour la conception d'un système multi-agents et enfin, montrer leur utilisation dans le domaine de la gestion des chaînes logistiques.

II.2 Présentation

Issus de l'intelligence artificielle distribuée et du génie logiciel, les agents et les SMA sont devenus présents dans les systèmes en interaction avec les utilisateurs. L'évolution technologique et méthodologique des recherches et du développement industriels dans le domaine de l'intelligence artificielle distribué, a poussé à la réalisation de nouveaux systèmes facilitant les interactions entre les agents qui représentent des entités qui agissent dans un environnement.

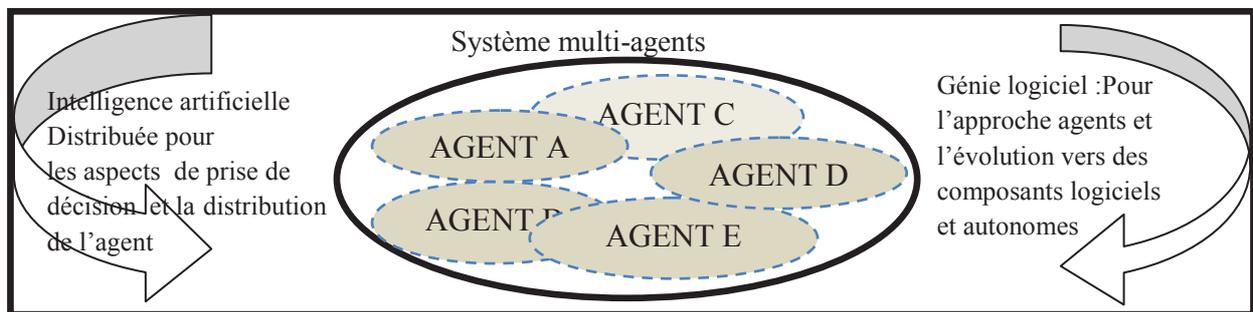


Figure II.1 : Sources des systèmes multi-agents

II.3. Les agents

II.3.1 Définition [FER & all, 95]

Il existe une définition très connue, celle de Ferber [1995] qui définit l'agent comme une entité physique ou virtuelle :

- capable d'agir dans son environnement;
- communiquer directement avec d'autres agents
- mue par un ensemble de tendance
- possédant des ressources propres à lui
- capable de percevoir (de façon limitée) son environnement
- qui ne dispose aucune représentation partielle de cet environnement
- qui possède des compétences et offre des services
- qui peut éventuellement se reproduire
- dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs en tenant compte des ressources et des perceptions de ses représentations et des communications qu'elle reçoit

Son but est d'être suffisamment autonome pour pouvoir prendre des décisions. Un agent est celui qui doit être :

- Suffisamment autonome pour pouvoir prendre des initiatives et atteindre son objectif
- Avoir un certain degré de coopération
- Agir en fonction de son environnement c'est à dire s'adapter à tout changement dans son environnement

Le plus haut niveau d'autonomie d'un agent permet à celui-ci de planifier ses actions, le plus haut niveau de coopération lui accorde des capacités de négociations, et le plus haut degré permet à l'agent d'adapter et d'acquérir les connaissances. Un agent qui possède ces trois compétences est désigné comme un agent intelligent.

- En résumant, les agents représentent des entités qui agissent entre elles, qui se caractérisent par leur degré d'autonomie, d'adaptation, de coopération, de communication ou de

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

coordination et qui possèdent ses propres ressources. Ce qui a mené la recherche sur les agents de se porter sur la décision, le contrôle et la communication.

II.3.2 Les propriétés d'agents

En se focalisant sur la définition de FERBER [1995] les agents peuvent avoir comme propriétés :

- L'autonomie
- La flexibilité
- La perception
- l'action
- L'adaptation
- La communication

II.3.3 Classification

Un système multi-agents (SMA) est composé d'agents intelligents, chaque agent dispose d'une base de connaissance comprenant l'ensemble des informations et des savoir-faire nécessaires à la réalisation de sa tâche et à la gestion des interactions avec les autres agents.

Deux types d'agents ont été distingués. Nous avons les agents réactifs, les agents cognitifs. Les agents cognitifs et réactifs qui peuvent se combiner pour distinguer quatre types d'agents (mobiles, interface, hybride, stationnaire) par leur manière d'agir et de concevoir le monde.

II.3.3.1 Les agents réactifs

L'agent réactif possède une représentation simple et qui peut être dirigé par des mécanismes de motivation le poussant à accomplir une tâche telle que la satisfaction d'un besoin interne (maintient du niveau énergétique). Un agent réactif perçoit son environnement et agit en conséquence des stimuli reçu.

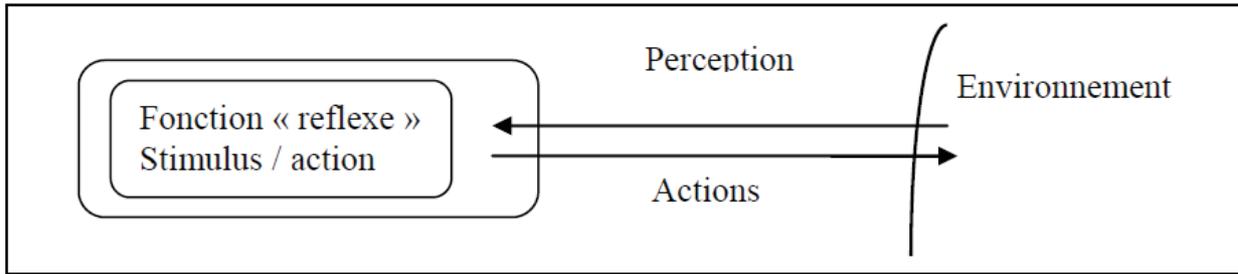


Figure II.2 : agent réactifs

II.3.3.2 Les agents cognitifs

Ils peuvent travailler de manière indépendante. Les tâches accomplies par les agents cognitifs sont complexes vue les facultés des agents réactifs. Les agents cognitifs arrivent à résoudre des problèmes plus complexes de façon individuelle. Leur représentation interne et les mécanismes d'inférence dont ils disposent leur permettent de fonctionner indépendamment des autres agents et leur offre une grande souplesse dans l'expression de leur comportement.

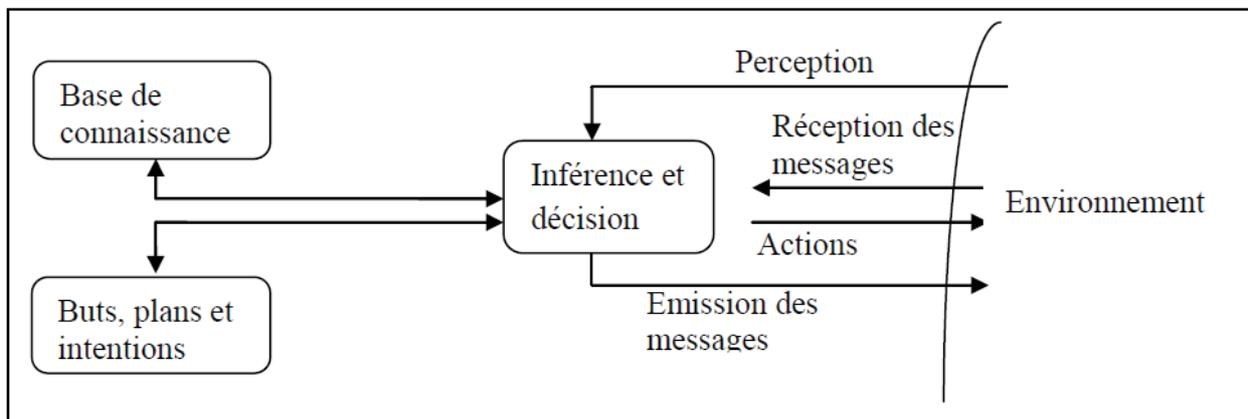


Figure II.3 : Agents cognitifs

Soit le tableau suivant illustrant la différence entre les agents cognitifs et les agents réactifs :

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

Agent réactifs	Agents cognitifs
Pas de représentation de l'environnement	Représentation explicite de l'environnement
Pas de sauvegarde de l'historique	Tient compte de l'historique
Fonctionnement stimulus/réponse	Agents complexes
Grand nombre d'agents de faible granularité	Petit nombre d'agents de forte granularité

Tableau II.1 différence entre agent réactifs et agents cognitifs

Ce tableau nous permet de remarquer les limites qui ont poussé à combiner les avantages de ceux-ci pour créer un autre agent qui est l'agent hybride.

II.3.3.3 Les agents hybrides

Nés de l'association des agents réactifs et des agents cognitifs, permettent d'adapter leur comportement en temps réel à l'évolution de l'environnement. Dans le modèle hybride, l'agent est représenté sous forme de couche il en a trois. La première couche représente le plus bas niveau c'est une couche contenant que des agents réactifs, ensuite nous avons la deuxième couche qui est la couche intermédiaire contenant les données brutes (base de connaissance), la dernière la couche supérieure chargé de l'organisation des agents (coopération, communication...)

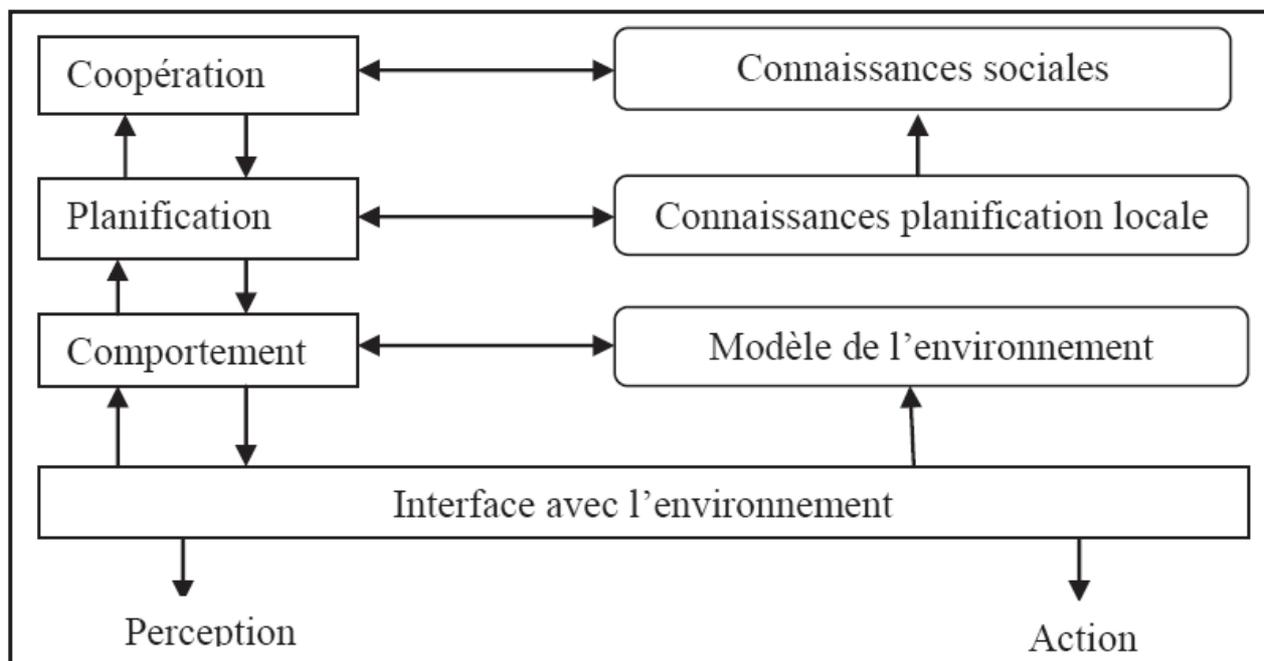


Figure II.4: agent hybride

II.4 Les systèmes Multi-Agents (SMA) [BRIOT & all, 01]:

Le SMA est un terme récent qui est à la connexion de plusieurs domaines en particulier de l'intelligence artificielle, du système distribué et du génie logiciel. Ils possèdent des applications dans ces domaines ou ils permettent de réduire la complexité de la résolution d'un problème.

II.4.1 Définition

Le SMA est un système distribué composé d'un ensemble d'agents. Il est conçu et implanté comme un ensemble d'agents en interaction selon un mode de coopération de concurrence ou de coexistence. Le principe du SMA est de partager et distribuer entre plusieurs entités (agents).

II.4.2 Caractéristique d'un SMA

Parmi les caractéristiques d'un SMA, nous citons:

- chaque agent a des informations ou des capacités de résolution de problème limités et chaque agent a un point de vue partiel

- pas de contrôle global du SMA
- les données sont décentralisées
- le calcul est asynchrone

II.4.3 Les différentes formes de SMA

Un système multi-agents peut être ouvert, fermé, homogène, hétérogène et mixte

- **ouvert** : les agents entrent et sortent librement
- **fermé** : l'ensemble d'agents reste le même
- **homogène** : on retrouve ici des agents de modèles différents
- **mixte** : les agents sont en partie intégrante du système (implique ouvert et hétérogène).

Ainsi, les applications les plus complexes concernent les SMA ouverts, mixte, et hétérogène et les autres recherches se font avec les systèmes fermés et homogènes.

II.5 Organisation dans le système multi-agent

Le système multi-agent est vue par sa collection d'agents indépendants en interaction pour la réalisation conjointe d'une tâche ou atteindre un but particulier. L'organisation des agents dépend de la communication, la coopération et la collaboration.

II.5.1 La communication entre agents

Les agents communiquent entre eux à l'aide de protocoles de communication. La communication peut se faire soit un partage d'information ou soit par un envoi de message.

- Partage d'information

L'information est diffusée dans une structure de données globales. Les agents font des modifications dans base de données pour l'évaluation du système. Ainsi, le fonctionnement global du système n'est pas purement multi-agent car le comportement d'un des agents est dépendant du contenu d'une base de connaissance commune.

- Envoi de message

Les systèmes multi-agents fondés sur l'envoi des messages sont caractérisés par un agent qui possède une représentation propre à lui et locale à son environnement, cet agent est chargé d'interroger les autres agents sur le même environnement ou leur envoyer des informations sur sa propre perception des choses. Ce type de communication se fait en mode point à point (Peer To peer) ou par diffusion, elle permet de réaliser un véritable système multi-agents parce que dans ce cas chaque agent possède sa propre base de connaissance.

II.5.2 La coopération entre agents [ROUSS & all, 95]:

La coopération entre agents est un problème difficile. Certains agents ont une connaissance plus ou moins précise que d'autres dans le système. Ceux-ci doivent être capables de représenter les compétences des autres mais aussi les tâches que ces derniers sont en train de réaliser.

Les méthodes de répartition des tâches entre les agents est un problème majeur qui fait l'objet de nombreuses études. Chaque problème doit être fractionné et reparti entre les différents agents qui produisent des solutions partielles qui doivent ensuite être fusionnées pour obtenir la solution globale.

Les modèles d'allocation des tâches peuvent être soit centralisés où un agent se charge alors de décomposer le problème et de le répartir, soit de le distribuer. Chaque agent est alors capable de décomposer le problème et de répartir les différentes tâches qui en résultent. Le modèle d'allocation distribué permet une meilleure utilisation des ressources des stations de travail mais la cohérence globale du système est plus compliquée à maîtriser.

Après ce qui a été dit sur la coopération dans le système multi-agents, nous pouvons remarquer que la coopération peut être vue sous trois angles: confortative, augmentative et intégrative

- confortative: la tâche est réalisée par différent type d'agents et le résultat est obtenu par fusion
- augmentative: ici la tâche est réalisée par des agents ayant les mêmes compétences mais travaillant sur des données différentes le résultat est représenté comme un ensemble de résultats partiel

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

- intégrative: décomposition des tâches en sous tâche, cela est possible par des agents très compétents, le résultat est obtenu a la fin de l'exécution.

II.5.3 la collaboration entre agents [MOUL & all, 94]

La collaboration peut parfois être conflictuelle. Dans ce sens, les agents peuvent avoir des buts identiques mais des vues divergentes voir même l'opposé. Les conflits entre les différents agents peuvent être résolus de deux façons :

- Par un contrôle centralisé qui s'occupe à la dernière minute de prendre la décision
- Par négociation entre les différents agents en conflits.

Si le principe de la négociation semble plus intéressant pour émerger des solutions innovantes ce choix pose d'énormes difficultés notamment dues à la limitation linguistique des agents et à une trop longue convergence de la négociation quand les conflits d'intérêt sont trop importants

II.5.4 La négociation dans le système multi-agent [KRAUS 91]

La négociation dans le système multi-agent intervient lorsque les agents tous les agents décident de prendre une décision commune alors qu'ils poursuivent des buts différents. On a cependant deux catégories de négociation:

- langage de négociation: c'est l'étude des primitives de communication pour la négociation, leur sémantique et leur usage dans les protocoles
- le processus de négociation: la proposition des modèles généraux de comportement des agents en situation de négociation.

De plus on distingue aussi deux techniques de négociation

- la négociation centrée sur l'environnement: adapter le contexte ou l'environnement à la négociation
- la négociation centrée sur l'agent : c'est à dire adapter le comportement de l'agent compte tenu des propriétés du contexte donné

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

II.6 Utilisation des système multi-agents pour la gestion de chaînes logistiques [JOS & all, 06]

Nous citons dans le tableau suivant quelques propositions qui ont été mises en évidence par certains auteurs pour la gestion des chaînes logistiques en utilisant les systèmes multi-agents.

Approches Auteurs	Titres et Année	Méthodes	critiques
Mihaela Ulieru Et Micea Cobzaru	Building Holonic Systems Supply Chain Management (Système holonique pour la gestion des chaînes d'approvisionnement) Février 2005	Utilisation de la norme FIPA en collaboration avec des plates formes tels que JADE, ZEUS pour l'évaluation de différents niveaux de la chaîne d'approvisionnement d'un côté, et un fichier XML basé sur les règles de négociation sur les prix attribués aux commandes d'un autre côté, cela revient à décrire les entités ou agents commerciaux (activités, produits)	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir des allocations de ressources tout au long de la chaîne ; • Fournir des données mobiles sur les réseaux ; <p>Le problème est qu'on ne peut contrôler ou accéder aux informations circulant dans la chaîne d'approvisionnement. Pour y remédier nous avons la mise en œuvre d'une structure d'ontologie de la plate forme JADE proposée par les auteurs car le système est considéré comme un ensemble de fonction qui se rapportent les unes aux autres et forment un modèle d'interaction. La plate forme Jade permet de simplifier le développement du système car elle a en sa possession un environnement de gestion et un canal d'échange.</p>
José Alberto R. P. Sardinha¹, Carlos J.P. de Lucena² et Marcos	A Multi-Agent Architecture for a Dynamic Supply Chain Management'' (architecture multi-agents pour la gestion dynamique	A présenté une architecture multi-agents capable de gérer la dynamique de la chaîne d'approvisionnement, cela est mis en œuvre par à un banc d'essai international qui	<ul style="list-style-type: none"> • Très souple • Facilité du développement des entités modulaires • Répartition et réutilisabilité de ces entités

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

	de chaînes d'approvisionnement), 2006	consiste à utiliser un modèle de vente qui relie directement le client au fabricant en utilisant Internet.	
Rasoul Karimi Caro Lucas et Behzad Moshiri	NewMulti AttributesProcurementAuction for Agent-BasedSupplyChain Formation (nouveau type d'agent basé sur la vente aux enchères d'attribut dans pour la chaîne), Avril 2007	Dans une opération de vente, l'agent vendeur peut avoir 2 stratégies différentes en fonction du risque. c'est à dire que l'agent achat sera amené à décider quels produits fournis doivent être achetés à un prix résultant du coût de la production et de la coordination .Ceci à été possible par la mise en œuvre de l'outil SWARM pour la simulation du système multi-agents qui comprend plusieurs agents avec un modèle de décision.	<ul style="list-style-type: none"> • Détermine les liens existant entre le vendeur, l'acheteur et le fournisseur commerciaux • Détermine lequel des fournisseurs doit délivrer le bon de commande (celui dont les prix seront favorables pour l'acheteur).
Yang Hang Et Simon Fong	Double-agent Architecture for Collaborative Supply Chain Formation(architecture double-agent pour la chaîne d'approvisionnement collaborative) ,2008	Ont mis au point une technique basée sur le CSET qui est un cadre qui fournit des outils d'interaction et d'interfaces en intégrant le principe du JIT(just in time (consiste à fournir le nombre de produits que le client demande au moment où il le souhaite, à l'endroit désiré et dans le standard de qualité) en utilisant la technologie d'agents intelligents, le système multi-agents proposé est mis en œuvre par LISP(Locator Identifier	<p>Cette proposition a eu comme rôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de permettre la collaboration dans la formation de la chaîne d'approvisionnement. • L'optimisation des coûts de productions, de distribution et de transport.

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

		separation Protocol) : langage de programmation orienté expression pour l'intelligence artificielle).	
Charles. M Et Michael J	Agent-Based Modeling And Simulation (Modélisation et simulation des les agents), 2006	Celui-ci met en évidence une nouvelle approche pour modéliser le système de la chaîne logistique en utilisant des agents autonomes en interaction.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifie les méthodes de développements utilisées dans la chaîne d'approvisionnement • Offre une réflexion
Ka-Chi Lam Et Mike Chun Lam	A materialsupplier selection model for propertydevelopersusingFuzzy Principal Component Analysis (Modèle de sélection des fournisseurs et analyse en composante principale) , 2010	A cherché un modèle de sélection qui fait l'analyse en composante principale (ACP) afin de résoudre le problème des fournisseurs du point de vue développeur.	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de faire ressortir les données des critères de sélection. • Utilisé pour quantifier les jugements subjectifs des décideurs • Utilisé pour classer les fournisseurs.

Tableau II.2 : quelques recherches sur les systèmes multi-agents et la gestion de la chaîne logistique [MIH & all ,05]

II.6.1 Modélisation du SMA [CHA & all, 06]

II.6.1.1 Etape de modélisation

La modélisation pour la réalisation d'un système multi-agents revient à suivre ces différentes étapes :

- déterminer les agents et l'environnement,
- décrire les lois de l'environnement,
- Identifier les perceptions et les influences (les actions) produites par les agents,
- Déterminer les variables internes et les capacités des agents,
- Définir les comportements des agents.

II.6.1.2 Outils de conception d'un SMA [BELL & all, 99]

Il y a de plus en plus d'applications qui ont besoin d'utiliser des systèmes à plusieurs composants autonomes. La réalisation d'un SMA nécessite l'utilisation de plate formes qui se diffèrent les unes des autres, ainsi que des langages utilisés ayant un rôle important dans l'organisation des agents.

II.6.1.2.1 Les plates formes

Une plate forme multi-agents est une infrastructure de logiciels utilisés comme un environnement pour le déploiement et l'exécution d'un ensemble d'agents. De plus c'est un environnement d'exécution pour un agent qu'elle devrait permettre de créer, exécuter, et supprimer.

FIPA (Foundation of Intelligent Physical Agent) est une norme qui a produit des normes qui concernent comment une plate forme devrait être et assure l'uniformité des agents indépendamment de la plate forme.

Le tableau suivant montre différentes plates formes utilisées pour la conception de SMA :

Pates formes	Caractéristiques
JADE	Est un outil qui répond aux norme FIPA fournit des classes qui implémentent et possède trois modules principaux tel que DF (fourni le service de page jaunes à la plate forme), le ACC (gère la communication entre agents) et AMS (supervise l'enregistrement et l'authentification des agents) un éditeur disponible pour l'enregistrement et la gestion des agents mais pas pour le développement et l'implémentation r est son implémentation demande beaucoup d'effort et nécessite une bonne connaissance de classes
MADKIT	Il est basé sur la méthodologie AGR (Agent/Groupe/Rôle), fournit un éditeur permettant le déploiement de la gestion du SMA qui offre plusieurs possibilités intéressante, c est aussi

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES

	un outil qui offre un utilitaire pour effectuer des simulations
ZEUS	Est un environnement complet qui utilise une méthodologie appelée « role modeling » pour le développement des systèmes collaboratifs, les agents possèdent 3 couches (la définition, l'organisation et la coordination) les étapes de développement se font sur plusieurs éditeurs, outil complexe et nécessite beaucoup de temps.

Tableau II.3 : Etude comparative de quelques plates formes multi-agents [TON 02]

II.6.1.2.2 Les protocoles de communication

Dans la réalisation d'un SMA, pour que les agents communiquent de façon correcte et que les messages puissent être envoyés, des protocoles existent.

Nous pouvons en citer quelques uns :

- **KQML** (Knowledge Query and Manipulation Language) : proposé par T.Firmin et al en 1993, est un langage et protocole de communication de haut niveau , orienté message pour l'échange d'information entre agents, développé par le DARPA pour supporter l'interopérabilité entre les agents dans le système. Il se présente sous 3 trois couches : contenu, communication et message.
- **FIPA-ACL** : FIPA est une norme créée en 1996 pour promouvoir l'usage des agents logiciel dans l'industrie a spécifié un langage de communication entre agents nommé FIPA-ACL dont la syntaxe est similaire à KQML c'est un langage qui s'appuie sur un ensemble de message prédéfinis que tous les agents peuvent comprendre
- **XML** : est un langage de description qui consiste à décrire et échangés les données entre les agents du Système
- **KIF** (Knowledge Interchange Format) : c'est un langage intermédiaire qui décrit et permet de comprendre un message reçu par l'agent.

II.6.2 les enjeux de conception de systèmes multi-agents

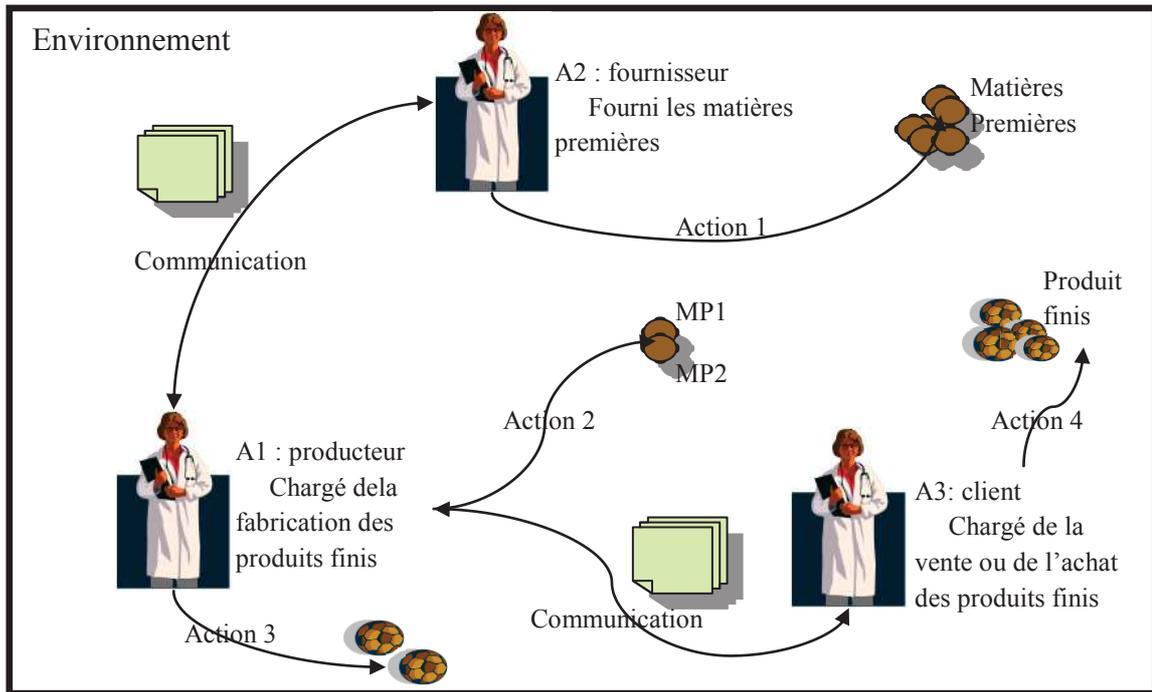
Nous pouvons souligner quelques difficultés lors de la conception d'un SMA :

- Comment l'ensemble des agents peut agir de manière simultanée dans un environnement partagé et comment cet environnement interagit t'il en retour avec les agents, d'où c'est un problème de représentation de l'environnement, la collaboration entre les agents et la planification multi-agents.
- L'agent doit être capable de mettre en œuvre des actions qui répondent au mieux à ses objectifs dans le SMA, cela reflète un problème de perception et d'engagement de l'agent
- Le problème d'adaptation de l'agent dans l'environnement avec d'autres agents.
- La réalisation effective et l'implémentation du SMA en structurant les langages de programmation.

II.6.3 architecture du système multi-agents proposée pour la gestion de la chaîne logistique

Dans le développement d'un SMA, la résolution d'un problème est faite par l'interaction d'agents autonomes. Les agents perçoivent l'environnement, ce qui signifie que les autres agents et objets visibles possèdent des propriétés. Selon leur capacité, les agents ils peuvent avoir des buts simples ou complexes, ils communiquent alors entre eux ou agissent directement sur les objets. Une solution unique au problème est trouvée lorsque l'environnement est stabilisé. Soit le schéma suivant qui représente une architecture multi-agents pour la chaîne logistique.

CHAPITRE II : LES SYSTEMES MULTI-AGENTS : APPROCHE POUR LA GESTION DES CHAINES LOGISTIQUES



• **Figure II.5** : architecture multi-agents pour la chaîne logistique

Dans notre architecture présentée ci-dessus, nous observons des actions entre les agents et les objets ainsi que la communication entre agents. Cette architecture multi-agents est celle de la chaîne logistique. Les entités A1, A2, et A3 représentent les acteurs principaux de la chaîne logistique (respectivement: producteur, fournisseur, clients) sur le schéma nous voyons le rôle de chaque agent qui est décrit. Ainsi la simulation s'arrête lorsque l'agent A3 est satisfait de la qualité et du coût du produit. Notons que les acteurs cités ne sont pas les seuls implémentés, nous avons aussi le distributeur qui est chargé de livrer les commandes.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'entrer en profondeur dans l'une des notions clés de notre projet "Système multi-agents". D'une part, nous avons essayé d'énoncer les origines du système multi-agent et définir quelques termes de cet concept et d'autre part, voir comment les agents sont-ils organisés dans le système et par quel moyen communiquent-ils, enfin énumérer quelques outils utilisés dans la réalisation d'un SMA. Le chapitre suivant traite la conception et l'implémentation de notre outil de gestion de chaînes logistiques en utilisant les SMA.

III.1 Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons proposé une architecture et énoncé une approche basée sur le paradigme de SMA. L'architecture proposée permet de couvrir toutes les phases du cycle de vie de la chaîne logistique.

Ce chapitre, comme son nom l'indique, a pour but de montrer les étapes qui nous ont menés à implémenter un SMA pour la gestion de chaînes logistiques, dans un espace multi-sites, afin de simuler le fonctionnement d'une chaîne logistique, dans le but d'optimiser le coût global (coût de transport, coût de production, coût de vente) lors de la gestion de la chaîne logistique. Dans un premier temps, nous décriront les objectifs de notre application, présenterons les digrammes nécessaire pour notre application (Modèle Conceptuel de données pour MERISE, le diagramme de cas d'utilisation et le diagramme de classes pour UML), établir le dictionnaire de données et enfin entamer l'implémentation en affichant quelques maquettes de l'application.

III.2 Description et objectifs de l'application

III.2.1 Rappel de notre démarche

La démarche adoptée pour atteindre les objectifs attendus de notre projet va permettre :

- De préciser les besoins réels ;
- Focaliser les efforts
- Déléguer les tâches et activités pour chaque agent ;
- Atteindre et maintenir les objectifs fixés.

En résumé, l'objectif principal de notre démarche est d'assurer le bon déroulement et l'avancement de la mise en œuvre des fonctionnalités attendus.

III.2.2 Objectif de l'application

L'outil applicatif à mettre en œuvre concerne un système multi-agents dont l'objectif principal est d'assurer une bonne gestion et un suivi efficace de la chaîne logistique pour assurer le fait d'obtenir un minimum de coût tout au long de la chaîne. Cette application comportera deux grands modules :

- Un module de renseignement accessible par les acteurs identifiés (authentification)

- Lancement du système multi-agents qui sera accessible par le lancement de la plate Forme JADE.

III.2.3 Tâches d'exécution des agents

Pour notre système multi-agents, les tâches déléguées par chaque agent sont représentées dans le tableau suivant :

Nom agent	Tâches
Système multi-agents	<ul style="list-style-type: none"> • Ouverture plate forme • Création des agents • Lancement des agents • Suppression des agents
Clients (achat produit)	<ul style="list-style-type: none"> • authentification • Saisie de commande • Envoie de messages de commande
Producteur (stocke produits)	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement produits • Réception de messages • Accéder à la base de données • Sélection de fournisseur à moindre coût • Exécute commande • Refus de commande • Envoie messages de matières en manques • Lancement de la production
Fournisseur	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement de matières • Réception de message • Accéder la base de données • Sélection de livreur à moindre coût • Exécution de commandes • Refus commande
Livreur	<ul style="list-style-type: none"> • Réception de message

	<ul style="list-style-type: none"> • livraison de matières premières • envoie de messages pour transport en panne
--	---

Tableau III.1 : Les Tâches de réalisation des agents

III.3 Modélisation du système

Afin d'éclaircir les idées de notre modèle, nous présenterons dans ce qui suit le dictionnaire de données et le modèle conceptuel de données pour la conception de notre base de données , ainsi que les diagrammes UML (Unified Modeling language) pour représenter l'aspect d'utilisiation (diagramme d'utilisiation), l'aspect statique (diagramme de classes) et l'aspect dynamique du système (diagramme de séquences).

III.3.1 Dictionnaire de données

T_Agent_producteur (PR)

Nom	Type/ Taille
ID_PR	Int(50)
Nom_PR	Varchar(100)
Prenom_PR	Varchar(100)
Adresse_PR	Varchar(100)
Tel_PR	Varchar(100)
Distance_PR	Varchar(100)

T_Agent_client(Client)

Nom	Type/ Taille
ID_Client	Int(50)
Nom_Client	Varchar(100)
Prenom_client	Varchar(100)

Adresse_Client	Varchar(100)
Tel_Client	Varchar(100)
Pseudo	Varchar(100)
Password	Varchar(100)

T_Agent_fournisseur(FR)

Nom	Type/ Taille
ID_FR	Int(50)
Nom_FR	Varchar(100)
Prenom_FR	Varchar(100)
Adresse_FR	Varchar(100)
Tel_FR	Varchar(100)
Distance_FR	Int(50)

T_Agent_livreur(LIV)

Nom	Type/ Taille
ID_LIV	Int(50)
Nom_LIV	Varchar(100)
Adresse_LIV	Varchar(100)
Tel_LIV	Varchar(100)
Distance_LIV	Int(50)

T_commande_Prod(COMPR)

Nom	Type/ Taille
ID_COMPR	Int(50)
Quantite_COMPR	Int (100)

T_commande_MAT(CMAT)

Nom	Type/ Taille
ID_CMAT	Int(50)
Quantite_CMAT	Int(100)

T_produits(PRDT)

Nom	Type/ Taille
ID_PRDT	Int(50)
Desigantion_PRDT	Varchar(100)
Quantite_PRDT	Int(50)
Prix_PRDT	Int(100)

T_matières(MAT)

Nom	Type/ Taille
ID_MAT	Int(50)
Desigantion_MAT	Varchar(100)
Quantite_MAT	Int(50)

Prix_MAT	Int(50)
----------	---------

T_transport (TRANS)

Nom	Type/ Taille
ID_TRANS	Int(50)
NOM_TRANS	Varchar(100)
Etat_TRANS	Varchar(50)

T_ressources (RESS)

Nom	Type/ Taille
ID_RESS	Int(50)
NOM_RESS	Varchar(100)
Etat_RESS	Varchar(100)

T_taches (TA)

Nom	Type/ Taille
ID_TA	Int(50)
NOM_TA	Varchar(100)

III.3.2 Modèle conceptuel de donnée(MCD)

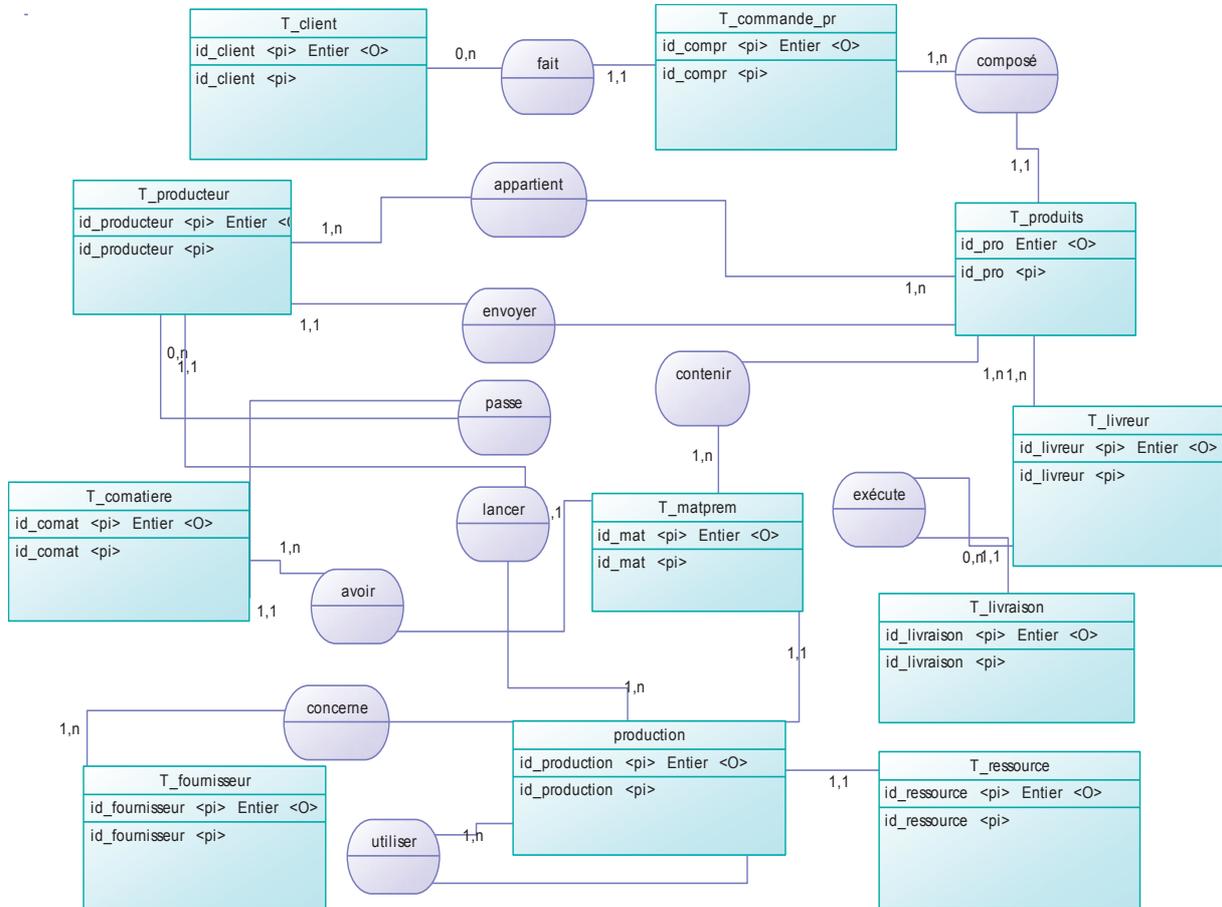


Figure III.1 : Le modèle Conceptuel de données

Les diagrammes UML sont présentés comme suit :

III.3.3 Le diagramme de cas d'utilisation

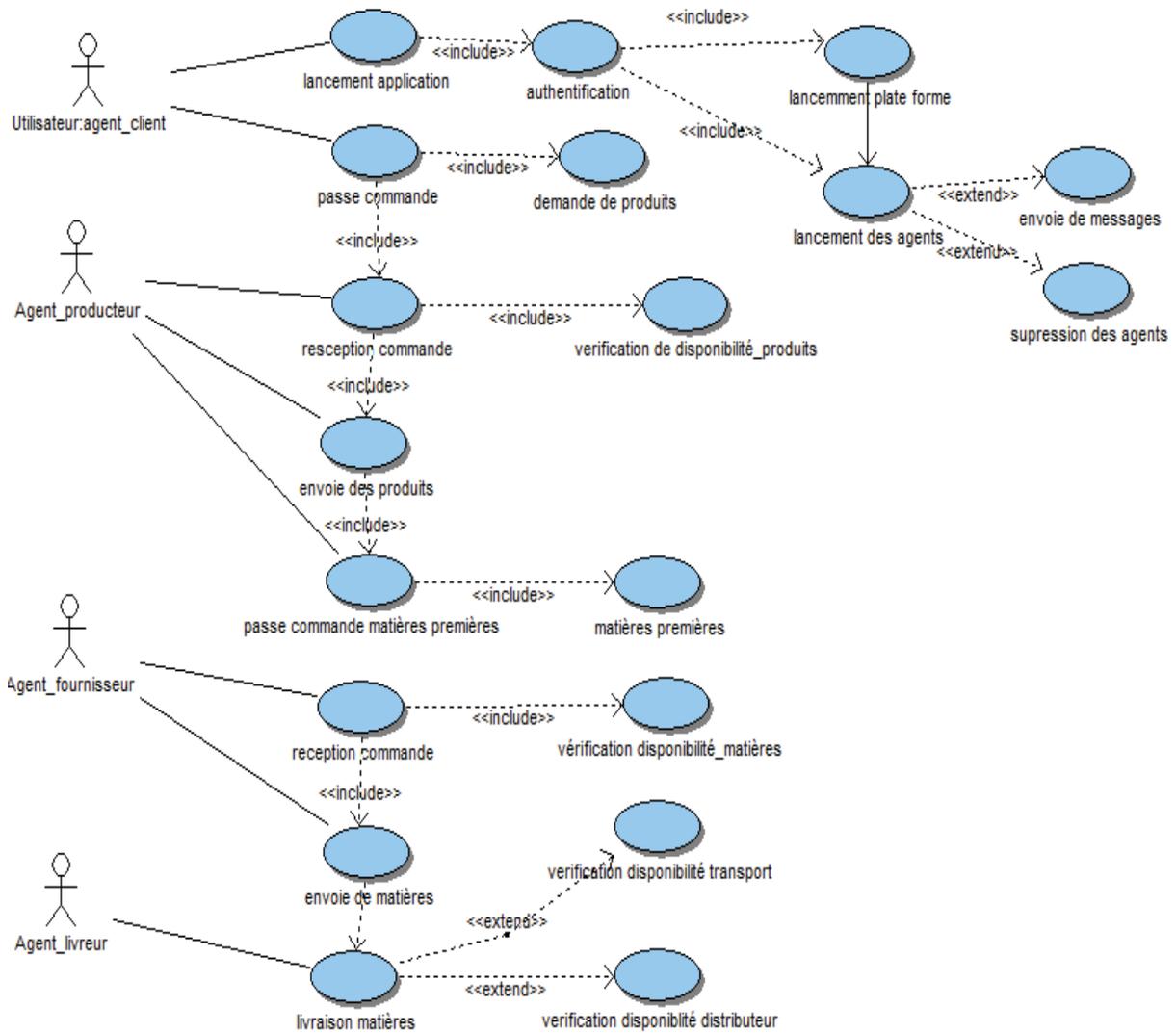


Figure III.2 : diagramme de cas d'utilisation

III.3.4 Le diagramme de classes

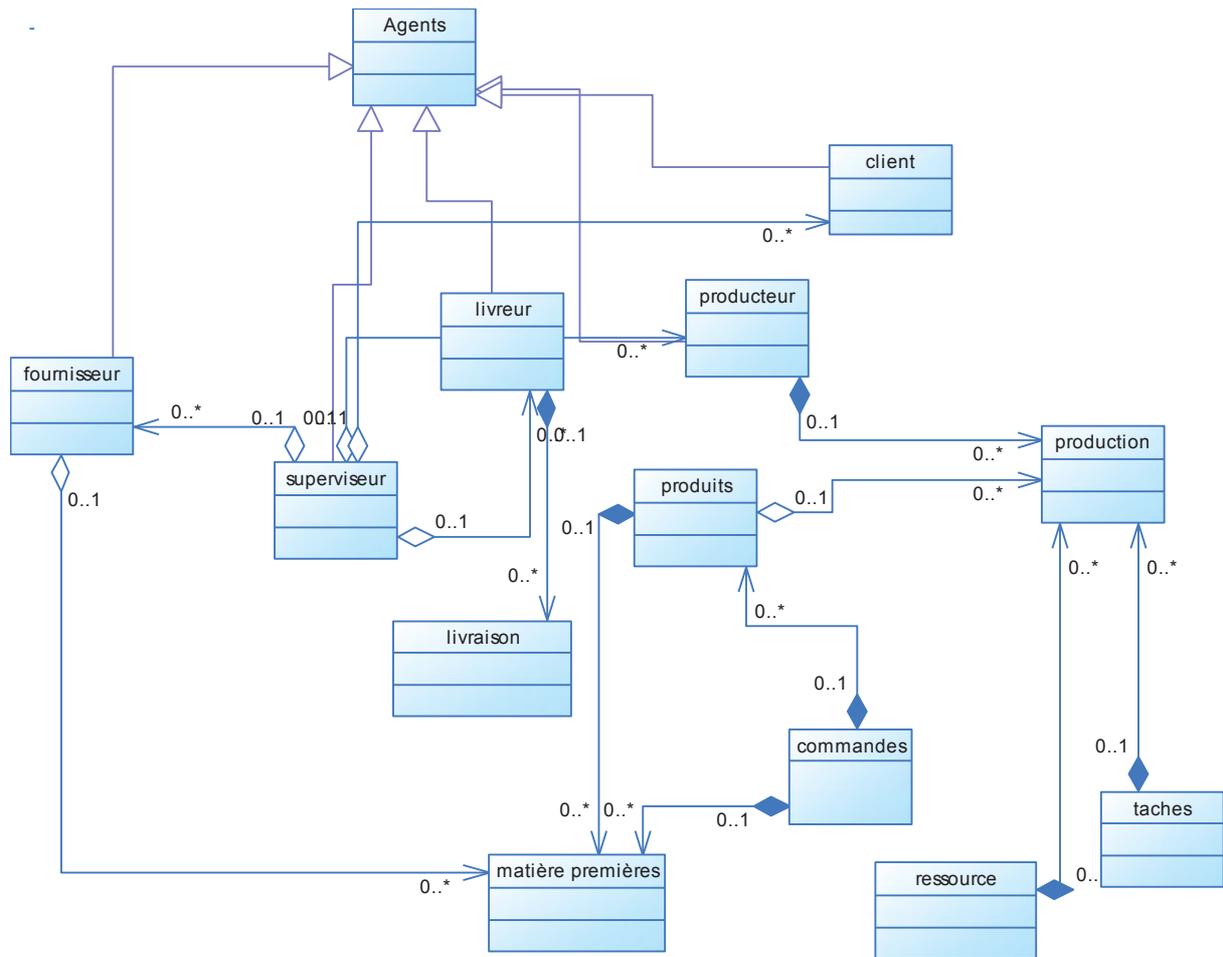


Figure III.3 : Diagramme de classes

II.3.5 Le diagramme de séquences

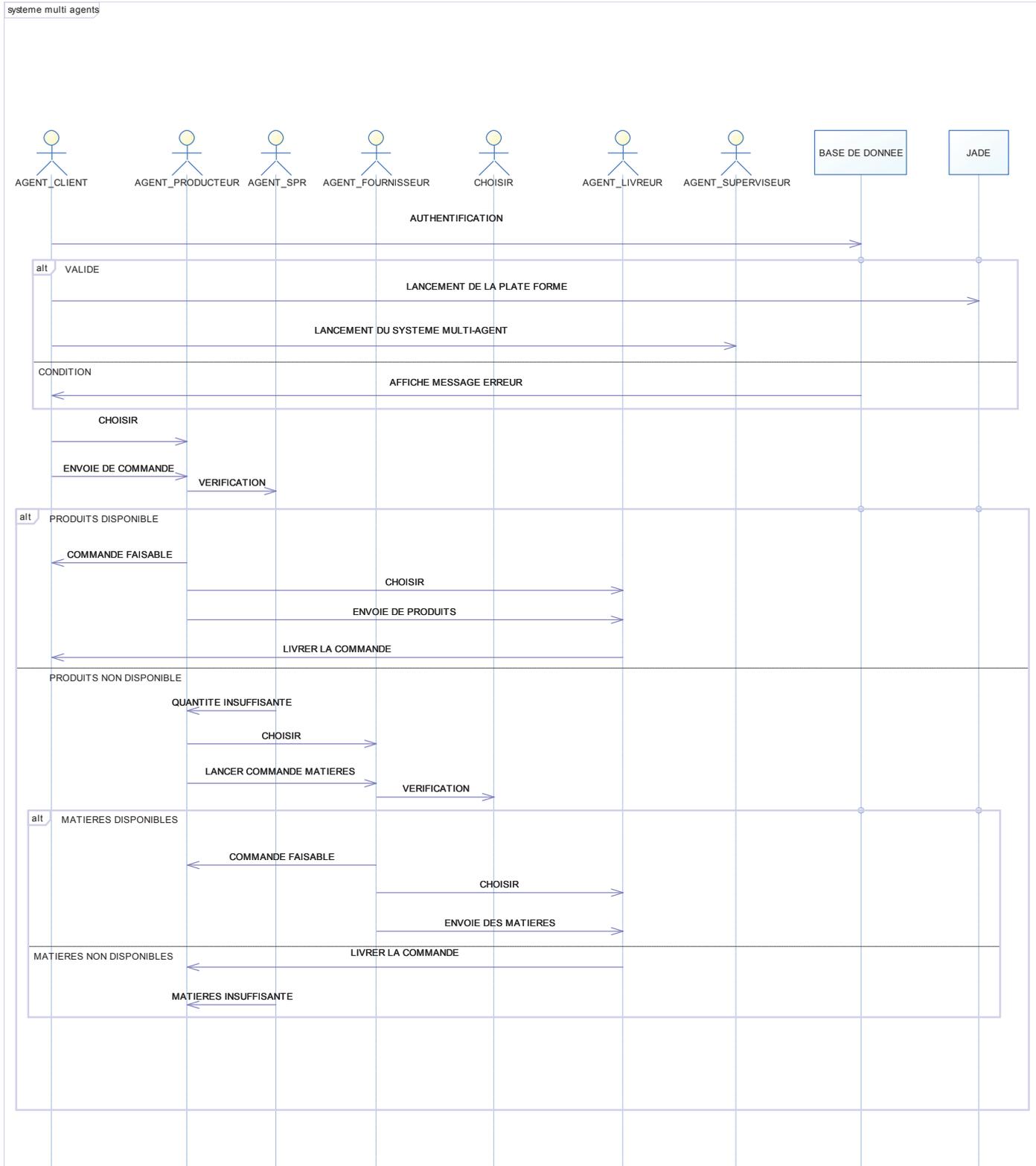


Figure III.4 diagramme de séquence

III.4 Implémentation

Cette partie contient deux parties: nous avons les outils de développement de l'application en première partie, et les traitements ainsi que les captures d'écrans explicites en seconde partie.

III.4.1 Outils de développement

La réalisation de l'application a été possible en utilisant les outils suivants (voir annexes pour plus de précisions) :

- Un IDE NetBeans (utilisation du langage de programmation orienté objet JAVA) ;
- Outils de mise en œuvre de la base de données : MYQSL intégré dans WampServer ;
- La plate forme JADE pour l'implémentation du système multi-agents;
- L'éditeur Notpad++ ;

III.4.2 Traitement et maquettes d'écrans

Les maquettes qui seront présentées ci-dessous sont les interfaces principales de l'application. Pour les écrans nous avons trois grandes parties : celles qui traitent la gestion des commandes, celles qui traitent la gestion de la distribution pour l'optimisation du coût de transport et celles pour la gestion de la production.



Figure III.6 : fenêtre principale de l'application

CHAPITRE III : CONCEPTION ET IMPLEMENTATION

Sur cette fenêtre nous voyons les sites, en cliquant sur l'un de ces sites, une fenêtre s'affiche celle de l'authentification de l'utilisateur. Avant de se connecter il est important d'activer le WampServer pour Mysql.

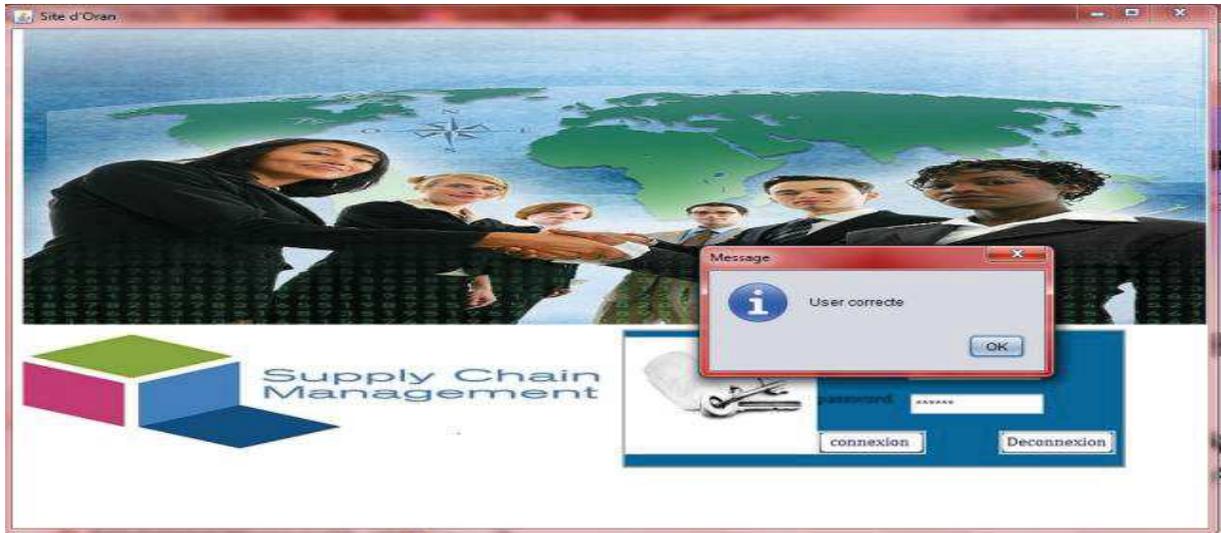


Figure III.7 : Tableau de bord d'authentification de l'utilisateur

Après vérification du pseudo et du mot de passe dans la base de données, si l'utilisateur existe, une fenêtre s'affiche contenant les différentes fonctions de notre application.

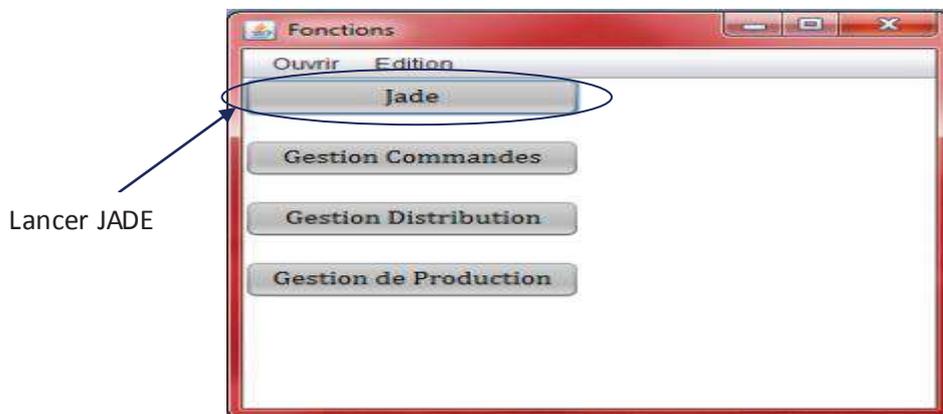


Figure III.8 : Interface des fonctions de l'application

Si l'utilisateur n'existe pas dans la base de données, la fiche d'ajout de l'utilisateur apparaît. (L'utilisateur est créé automatiquement dans la plate forme)

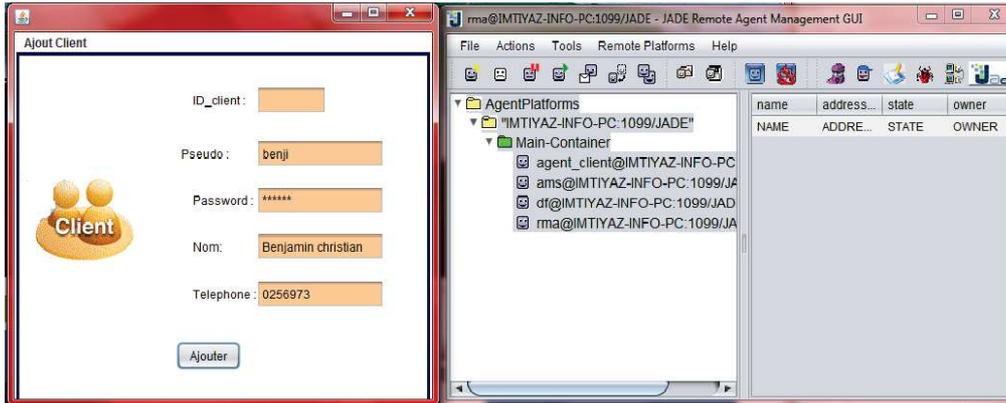


Figure III.9 : fiche d'ajout du client

Gestion des commandes

La première commande est celle faite par le client au producteur. L'agent client envoie sa liste de produits par message (interface messagerie agent) à l'agent producteur. L'agent client avant même de faire sa commande sélectionne le producteur le plus proche afin de minimiser le coût de transport qui est décrit par la distance avec celui-ci.

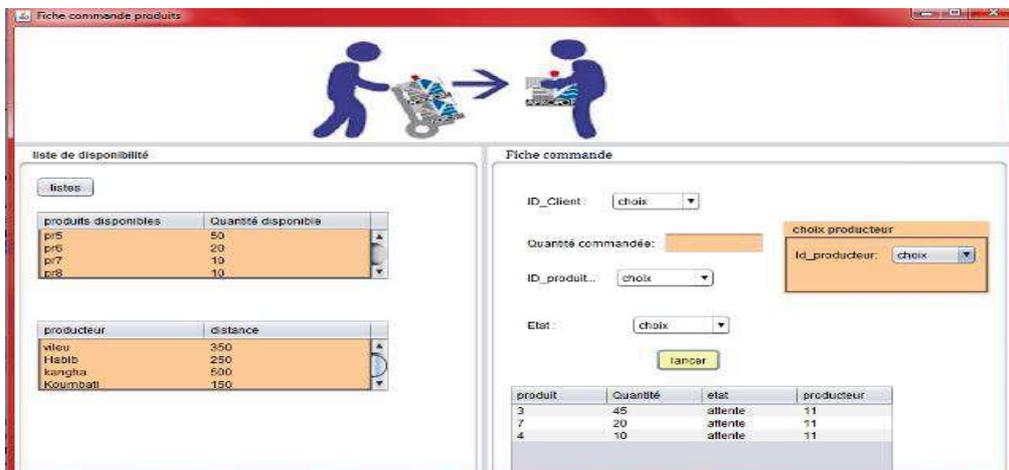


Figure III.10 : Fiche d'enregistrement et gestion des commandes produits

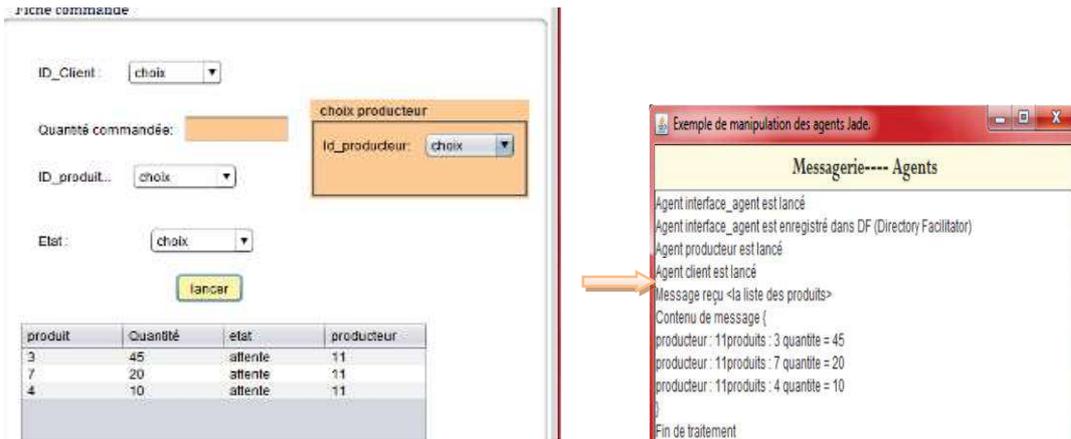


Figure III.11 : Communication entre l'agent client et l'agent producteur

Si la quantité de produits demandés est insuffisante alors l'agent producteur fait appel au fournisseur le plus proche en lui envoyant la liste des matières premières manquantes à la production des produits manquants.

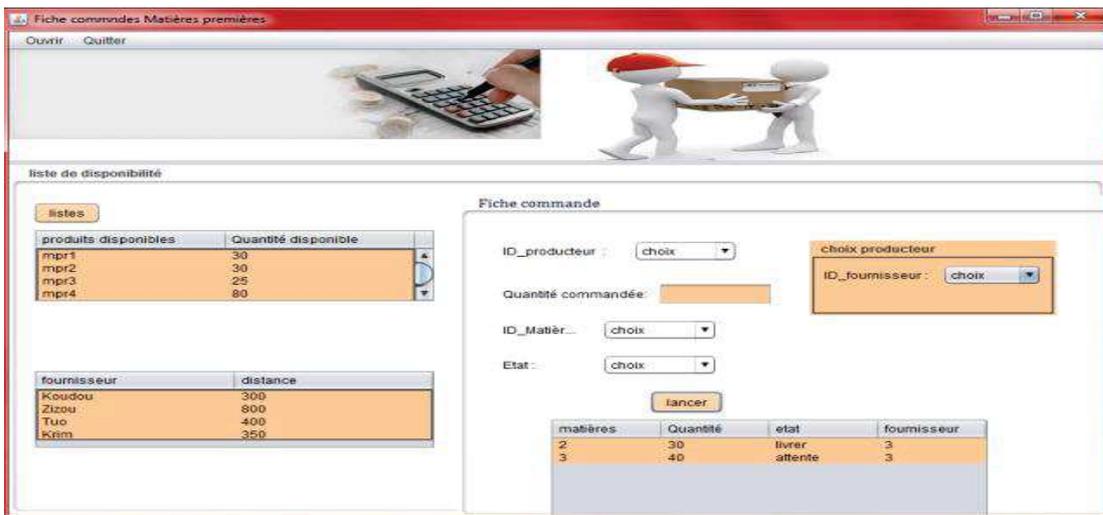


Figure III.12 : fiche d'enregistrement et gestion de commandes matières première

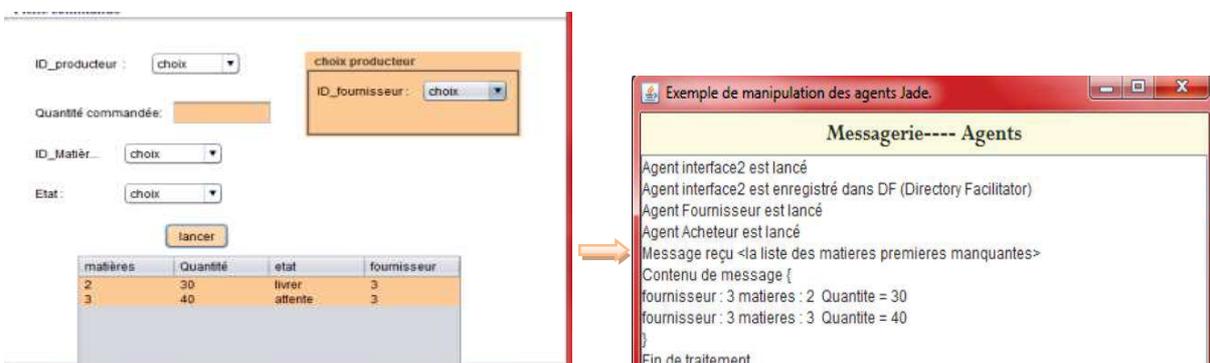


Figure III.12 : Communication entre producteur et fournisseur

Gestion de distribution



Figure III.13 : Fiche de livraison des matières premières

Cette partie est réservée au livreur choisi par le fournisseur chargé de livrer la commande du producteur.

Gestion de production

Lors de l'envoi de la commande des matières, le producteur lance un programme qui fait le calcul de la quantité de matières à utiliser et la quantité des produits mis en production.

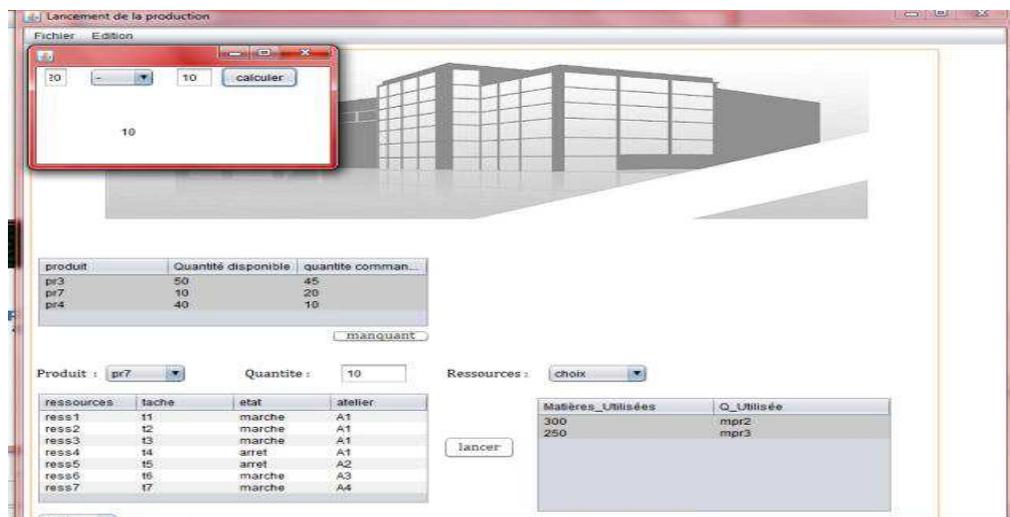


Figure III.14: gestion de production

III.5 Conclusion

Ce chapitre nous a permis de montrer la conception de notre projet à travers les différents diagrammes présentés, définir les différents outils de développements qui ont été nécessaire à la réalisation de notre application et à mettre en évidence quelques maquettes d'écrans importantes afin de donner un aperçu des interfaces de notre application, ceci, dans le but d'obtenir une bonne gestion de la chaîne logistique pour optimiser les coûts.

Conclusion Générale et Perspectives

La gestion des chaînes logistiques est une activité qui a pour but d'établir un lien entre les fonctions de l'entreprise et les opérations déléguées selon des modèles cohérents et de haute performance. Cette gestion doit prendre en compte les évènements d'interruptions et de modifications dans le déroulement des flux (financiers, d'information, physiques) tels qu'ils ont été prévus, d'où la nécessité de disposer d'outils proposant la réactivité.

La programmation orientée agent peut être vue comme une nouvelle tendance à la programmation pour répondre aux besoins de réactivité et de distribution de prise de décision, nécessitant ainsi la généralisation, l'abstraction, la décomposition et l'organisation des parties de systèmes, dans notre cas, ces systèmes correspondent aux chaînes logistiques.

En effet, une chaîne logistique implique différents acteurs et activités, l'utilisation des agents pour soutenir efficacement la prise de décision distribuée nous a permis de répondre aux buts que nous nous sommes fixés, visant à réduire les coûts dans la gestion des commandes (approvisionnement).

Comme perspectives à ce travail, nous proposons de déployer l'application sur le Web pour d'intégration avec une application de e-commerce.

La prise en compte de plus de contraintes telles que les délais de péremption des matières premières.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIE

[AVI 01]: Aviv Y., The effect of collaborative forecasting on supply chain performance, Management Science, Vol. 47, No. 10, pp. 1326-1343, 2001.

[BELL 99] :Bellifemine F. , Poggi, Rimassa, JADE - A FIPA-compliant agent framework. CSELT internal technical report, et dans Actes de PAAM'99, London, Avril 1999, p..97-108

[BOLS 02] :P. Bolstorff, How does SCOR measure up ? Supply Chain Technology news, <http://www.totalsupplychain.com>, p. 22-25, 2002

[BRIOT 01]: J. P. Briot et Y. Demazeau « Agent et systèmes multiagents » chez Hermès en 2001

[CHA 06] : Charles. M Et Michael , Agent-Based Modeling And Simulation,2006

[CHOP 01]: Chopra, S. et P. Meindl, The supply Chain Management, Prentice Hall 2001

[CHRIS 98] : Christopher, M.G. (), Logistics and the supply chain Management; strategies for reducing costs and improving services, London: Pitman Publishing 1998

[FER 95] :Jacque. Feber, Multi-agent system :A introduction to distributed Artificial Intelligence, Harlow :Addison wesley, Logman , Inter edition 1995

[FIS 97]: Fisher, Marshall L. ,What is the right the supply chain for your product?, Harvard Business Review, Mars-avril, pp. 105-116 1997

[FOR 02]: Forno A. D. and U. Merlone (2002). "A multi-agent platform for modelling perfectly rational and bounded-rational agents in Organizations." Journal of Artificial Societies and Social Simulation

[FUR 02] : Furen-len, Sheng-hsu Huang, Lin Sheng-Cheng, Luis custadion, d' Effects of Information Sharing on Supply Chain Performance in Electronic Commerce,2002

[GAL 07]: François GALASSO, Aide à la planification dans les chaînes logistiques en présence de demande flexible, Thèse 2007 Institut National Polyethniques de Toulouse

[JAC 94] : Jacques COLIN· J. MEYER, M. ACERRA, la logistique histoire et perspectives ed. Ouest France, Rennes 1994, p. 133-135 A.H. JOMINI, réédité par IVREA, Paris, 1994

REFERENCES

- [JOS 06]:** Jose Alberto , A Multi-Agent Architecture for a Dynamic SupplyChain Management, Association Américaine pour l'intelligence artificielle, 2006
- [KAC 10]:** Ka-Chi Lam et Mike Chun Lam , Modèle de sélection des fournisseur et analyse en composante principale 2010
- [KLE 03]:** Kleijnen J.P.C, Supply Chain simulation : A survey, International Journal of Simulation and Process Modelling, ISSN 1740-2123, 2003.
- [KRAUS 91] :** S. Kraus and J. Wilkenfeld. Negotiations over time in a multi-agent environment. In Proceedings of the Twelfth International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-91), pages 56-61, Sydney, Australia, 1991.
- [MAT 04] :** Matthieu LAURAS Gestion des chaînes logistiques : analyse du système coopératif et aide à la définition d'indicateurs de performance , mars 2004
- [MER 09]:** Mercedes Amor et Lidia Fuentes, Malaca: A component and aspect-oriented agent architecture, 2009
- [METZ 91]:** Metz Peter J , Supplychain Management, 1991
- [MIH 05]:** Mihaela Ulueru et Mirca Cobzaru , Building Holonic Systems Supply Chain Management, vol. 1, no. 1, Février 2005
- [MIN 96]:** Minar, N. e.a. The swarm simulation system: a toolkit for building multi-agent simulations, 1996
- [MOUL 94] :** B. Moulin and L. Cloutier. Collaborative work based on multiagent architectures : a methodological perspective. In F. Aminzadeh and M. Jamshidi, editors, Artificial Intelligence : Theory and Applications, pages 187-223. Prentice Hall, 1994.
- [MUL 03]** Müller M., The Use of Information Technologies in Supply Chains – A Transaction Cost Analysis, in Strategy and Organization in Supply Chains, (Eds : Seuring, Müller, Goldbach, Schneidewind), Physica-Verlag, Heidelberg New York, 2003.
- [NISS 01]:** Nissen M.E., Agent-Based Supply Chain Integration, Information Technology and Management, Vol. 2, No. 3 / July, 2001, ISSN 1385-951X (Print) 1573-7667, 2001.
- [RAS 07]:** Rasoul Karimi , Caro Lucas et Behzad Moshiri, New Multi Attributes Procurement Auction for Agent- Based Supply Chain Formation, avril 2007

REFERENCES

[Rioux 02] Rioux D., La collaboration client-fournisseur, AMETVS-Chronique, Le groupe Créatech, 2002.

[ROB 08] : Roberta Affonso Roberta collaboration d'entreprise dans la chaîne logistique
François Marcotte Bernard Grabot Mars 2008

[ROUSS 95]: D. Rousseau and G. Moulin, B.and Lapalme. Cool : a language for describing coordination in multiagent systems. In Actes des Deuxièmes journées francophones Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents, pages 3-14, Voiron, (France), 1995.

[SHAP 01] : Shapiro J.F., Modelling the Supply Chain, Duxbury, Pacific Grove, É.-U,2001.

[TON 02] :Tony Garneau & Sylvain Delisle ,Programmation orientée-agent :
évaluation comparative d'outils et environnements,octobre 2002

[YANG 08]: Yang Hang et Simon Fong , Double-agent Architecturefor Collaborative Supply Chain Formation, Actes de iiWAS, 2008

SITES

[Net1] <http://www.cluster-gospi.fr/Collaboration-et-Partage-d>

[Net2] <http://lecercle.lesechos.fr>

[NET3] <http://www.journaldunet.com>

[Net4] <http://www.er.uqam.ca>

[Net5] <http://www.lawperationnel.com>