

République Algérienne Démocratique et Populaire



**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**

UNIVERSITÉ ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL OUED

FACULTÉ DESSCIENCES EXACTES

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Mémoire de fin d'étude

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Mathématiques et Informatique

Filière: Informatique

Spécialité: Systèmes Distribués et Intelligence Artificiel (SDIA)

Thème

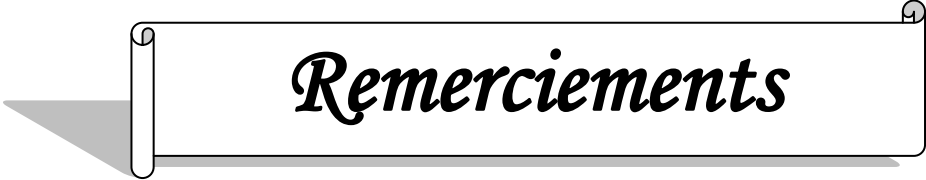
**Négociation entre agents dans un système
multi-agents
*Pour la réalisation de l'enchère***

Présenté par:- **CHENNOUF Teber**
- **TLIBA Zohra**

Soutenu devant le jury composé de

M ^{me} .BELLILA Khaoula	MAB	Rapporteur	Univ. d'El Oued
M.	MAA	Présidente	Univ. d'El Oued
M.	MAA	Examinatrice	Univ. d'El Oued

Année universitaire 2015-2016



Remerciements

Nous remercions Dieu –le tout puissant– qui nous a aidés à réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier M^{me}. BELLILA Khaoula d'avoir accepté de nous encadrer et de nous suivre durant toute cette période.

Nous remercions aussi le président et les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.

Nous remercions spécialement mes collègues GAID Hicham et GHENABZIA Ahmed.

Nous remercions aussi nos chers amis BEBBOUKHA Meriem et BOUTA Hadjer.

Et enfin nos remerciements vont à l'ensemble des enseignants et étudiant de notre promotion pour leur soutien moral.

DEDICACES

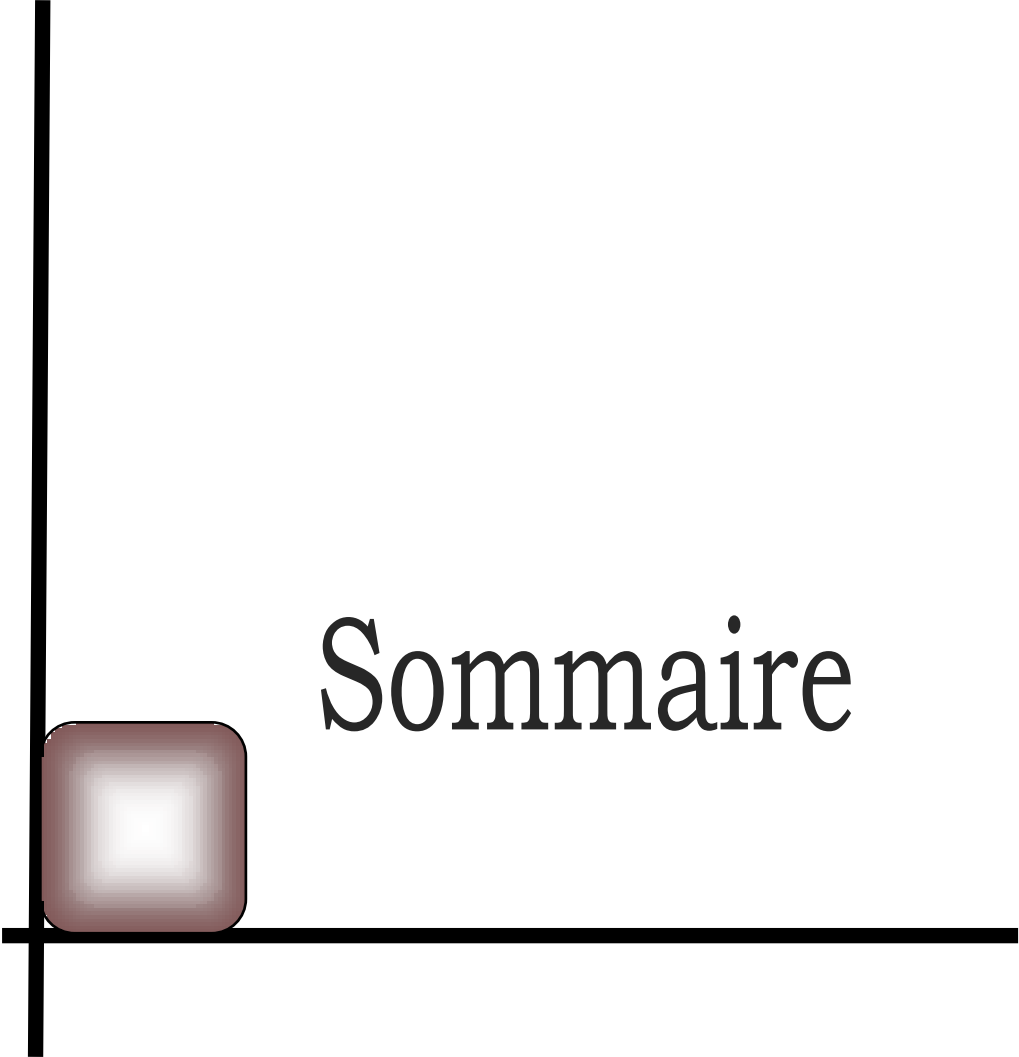


Je dédie ce modeste travail :

- ★ *A mes très chers parents et ma grande famille.*
- ★ *A mes très chers frères et sœurs.*
- ★ *A tous mes amis.*
- ★ *A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*
- ★ *A tous mes collègues de la promotion 2016.*

Tliba & Chennouf



A decorative graphic consisting of a vertical black line and a horizontal black line intersecting at a point. A rounded square with a dark red-to-white gradient is positioned at the intersection, partially overlapping both lines.

Sommaire

SOMMAIRE

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Listes des figures

Listes des tableaux

Introduction générale.....1

Chapitre Un

Système Multi-Agent et E- Commerce

I.1 Introduction	4
I.2 Notion d'agent	5
I.2.1 Introduction	5
I.2.2 Définition	5
I.2.3 Différents types d'agents	6
I.2.3.1 Agents cognitifs	6
I.2.3.2 Agents réactifs	6
I.2.3.3 Agents hybrides	8
I.2.4 Quelques type d'agents	8
I.3 NOTION Systèmes Multi Agents	9
I.3.1 Introduction	9
I.3.2 Définition	9
I.3.3 Domaines d'applications d'SMA	10
I.3.4 Exemples d'un SMA	10
I.3.4.1 Le système MANTA	11
I.3.4.2 Les systèmes industriels distribués	11
I.3.4.3 Applications temps réel.....	11

I.3.4.4 Applications agents pour le commerce électronique.....	11
I.3.4.5 Applications agents pour la Recherche d'Information	11
I.3.5 les différents types d'interaction entre agents	11
I.3.5.1 La coordination	13
I.3.5.2 L'interaction	13
I.3.6 la communication entre agents	15
I.3.6.1 Définition	15
I.3.6.2 Les formes de communication	15
I.3.6.3 Les langages de communication entre agents (ACL)	18
I.3.7 Plates-formes de développement de systèmes multi-agents	19
I.4 NOTION Commerce électronique	20
I.4.1 Introduction.....	20
I.4.2 Définition du commerce électronique.....	20
I.4.3 Différent format du commerce électronique.....	21
I.4.3.1 Business to Business (B2B)	21
I.4.3.2 Consumer to consumer (C2C)	21
I.4.3.3 Consumer-to-Business (C2B)	22
I.4.3.4 Business to Government (B2G)	22
I.4.3.5 Business to Administration (B2A)	22
I.4.3.6 Employee to Employee (E2E).....	22
I.4.4 Phase du commerce électronique.....	22
I.5 Conclusion.....	24

Chapitre Deux

Négociation dans Systèmes Multi Agents

II.1 Introduction	26
II.2 Définitions.....	26
II.3 Les composants d'une négociation	27

II.4 Le protocole de négociation	27
II.5 Le processus de négociation	28
II.6 La cardinalité de la négociation	29
II.7 Les types de négociation	29
II.7.1 La négociation centralisée	29
II.7.2 La négociation intégrative	30
II.7.3 La négociation distributive	30
II.8 Les Différentes formes de la négociation	30
II.8.1 Les Systèmes de vote	30
II.8.2 Les Systèmes d'enchères	31
II.8.2.1 L'Enchère anglaise	31
II.8.2.2 L'Enchère première offre cachée	32
II.8.2.3 L'Enchère Vickery (deuxième-prix offre-cachée)	32
II.8.2.4 La Double enchère (hollandaise)	33
II.8.3 Les Systèmes contractuels	33
II.8.4 La Négociation par Argumentation	34
II.8.5 Autres formes de négociation	34
II.8.5.1 Négociation dans la théorie des jeux	35
II.8.5.2 Les négociations« A Prendre ou à laisser »	35
II.8.5.3 Les négociations multi-attributs	36
II.8.5.4 Les négociations multi-niveaux	36
II.9 Caractéristiques de négociation	36
II.9.1 Sur le fonctionnement de la société d'agents	36
II.9.2 Sur le fonctionnement interne des agents	36
II.10 Etat de l'art	37
II.10.1 Traconet	37
II.10.2 Kasbah	37
II.10.3 AuctionBot.....	38
II.10.4 Le projet ADEPT	38
II.10.5 Fishmarket	39

II.10.6 Magnet	39
II.10.7 SilkRoad	40
II.10.8 GNP (Generic Negotiation Platform en anglais)	40
II.10.9 Zeus	41
II.10.10 GeNCA	41
II.11 Conclusion	44

Chapitre trois

Conception

III.1 Introduction	46
III.2 L'UML	46
III.3 L'utilisation d'UML pour les SMA	47
III.3.1 L'extension AUML	48
III.3.2 Limitations d'AUML	49
III.3.3 Expression de la dynamique des SMA à travers des diagrammes d'UML	49
III.3.4 Extension d'UML pour la modélisation des protocoles d'interaction	50
III.3.4.1 Diagramme de protocole	50
III.3.4.2 Syntaxe et sémantique	50
III.4 Description et objectif de projet	51
III.4.1 Description des différents cas d'utilisations	51
III.4.2.1 Les acteurs	51
III.4.2 Identification des scénarios	52
III.4.3 Description des scénarios et diagrammes de séquence	53
III.7 Les diagrammes d'activité	59
III.7.1 Diagramme d'activité pour l'inscription	59
III.7.2 Diagramme d'activité pour la vente d'un article	61
III.7.3 Diagramme d'activité pour l'achat d'un article	62
III.9 Conclusion	63

Chapitre quatre

Implémentation

IV.1 Introduction	65
IV.2 Les outils de développement utilisés.....	65
IV.2.1 JAVA.....	65
IV.2.1.1 Qu'est-ce que Java ?	65
IV.2.1.2Bref historique	65
IV.2.1.3Les caractéristiques du langage Java	66
IV.2.2Pourquoi le langage Java	66
IV.2.3Eclipse	67
IV.2.4JADE	67
IV.2.4.1 Description	67
IV.2.4.2Architecture logiciel de la plate-forme JADE	68
IV.2.4.3La norme FIPA	69
IV.2.4.4Langage de communication de la plate-forme JADE (FIPA-ACL).....	70
IV.2.4.5Les paramètres du message FIPA-ACL	70
IV.2.4.6Les principales méthodes pour l'échange des messages	71
IV.3 Présentation de l'application.....	72
IV.3.1Architecture globale du système.....	72
IV.3.2Présentation des interfaces.....	72
IV.3.2.1 Les interfaces d'accueil	72
IV.3.2.2Les interfaces client	73
IV.3.2.3Les interfaces administrateur	74
IV.4 Conclusion :.....	75
Conclusion générale.....	77
Références bibliographiques	

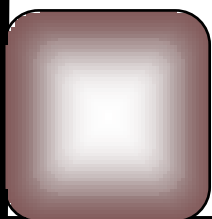
Liste des Figures

Fig. I. 1	Une architecture d'un agent	5
Fig. I. 2	Une architecture d'un agent cognitif	6
Fig. I. 3	Une architecture d'un agent réactif	7
Fig. I. 4	Une architecture d'un agent hybride	8
Fig. I. 5	Représentation imagée d'un agent en interaction avec son environnement et autres	10
Fig. I.6	les différents types d'interaction entre agents	14
Fig. I.7	Structure d'un système à envoi de messages	16
Fig. I.8	Structure d'un système de tableau noir	17
Fig. II.1	Le Processus de négociation	28
Fig. II.2	La négociation centralisée	29
Fig. II.3	Le processus de déroulement des enchères ascendantes	32
Fig. II.4	Le processus de déroulement des enchères descendantes	34
Fig. II.5	Le protocole Take it or Leave it	36
Fig. III.1	Diagramme de cas d'utilisation pour un accès administrateur	51
Fig. III.2	Diagramme de cas d'utilisation pour un accès client	52
Fig. III.3	Diagramme de séquence pour la configuration et lancement d'enchère	54
Fig. III.4	Diagramme de séquence pour le suivi du déroulement	55
Fig. III.5	Diagramme de séquence pour la publication	55
Fig. III.6	Diagramme de séquence pour l'inscription d'un client	56
Fig. III.7	Diagramme de séquence pour l'identification d'un client	57
Fig. III.8	Diagramme de séquence pour l'achat automatique	58

	d'un article	
Fig. III.9	Diagramme de séquence pour vendre un article	59
Fig. III.10	Diagramme d'activité pour l'identification d'un utilisateur	60
Fig. III.11	Diagramme d'activité pour vendre un article	61
Fig. III.12	Diagramme d'activité pour l'achat d'un article	62
Fig. IV.1	Interface Log In	73
Fig. IV.2	Interface Inscription	73
Fig. IV.3	Interface client	74
Fig. IV.4	Interface publier produit	74
Fig. IV.5	Interface Administrateur	75
Fig. IV.6	Interface lancer enchère	75
Fig. IV.7	Interface proposition prix	76

Liste des tableaux

<i>Tableau</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
Tab I .1	Comparaison entre les deux agent	07
Tab I.2	Les différents types de situation d'interaction	12
Tab II.1	Descriptions des différentes enchères les plus couramment utilisées	31
Tab III.1	Identification des scénarios	52
Tab IV.1	les paramètres de message FIPA-ACL	71



Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE

Introduction:

Notre travail se positionne au sein de système multi-agents. Un SMA est une nouvelle approche de l'I.A.D, et qui essaye de coopérer des entités dotées des caractéristiques de haut niveau. Ces entités sont appelées «agent» et les systèmes correspondants sont appelés systèmes multi-agents. Un système multi-agents (SMA) comporte plusieurs agents qui interagissent entre eux dans un environnement commun.

Lorsque plusieurs agents interagissent, des conflits peuvent survenir, ce qui nécessite l'utilisation de mécanisme de résolution de conflits. Parmi ces mécanismes, on trouve notamment la négociation.

La négociation est le mécanisme le plus utilisé pour la résolution des conflits entre agents, qui prend plusieurs formes tels les systèmes de vote, les enchères, la négociation par argumentation...etc. La plupart de ces formes de négociation sont dédiées au commerce électronique, ce domaine qui connaît un essor très important de nos jours avec l'explosion de l'internet et les techniques de communication.

Problématique:

Puisque l'automatisation de la négociation reste la tâche la plus difficile jusqu'à nos jours, car elle fait l'objet de multiples recherches et théories avec un manque remarquable de pratique et parmi les systèmes de négociation automatique qui ont été largement étudiées dans le domaine du commerce électronique on trouve les enchères. Nous étudions dans cette mémoire les différentes formes de négociation automatique entre agents, puis nous faisons une modélisation et une mise en œuvre d'une forme de négociation.

Objectif du travail :

Ce travail est destiné essentiellement à proposer une solution informatique au problème de négociation entre agents. Dans ce mémoire on va essayer de concevoir un système multi-agents, dont l'objectif est de résoudre un genre de problèmes de négociation dans un système de modélisation d'un enchère dans le domaine de commerce électronique. C'est dans ce contexte qu'a été structuré le travail.

Structure du travail :

- Le premier chapitre sera consacré de présenter les systèmes multi-agents(SMA) et de présenter une vision générale sur le domaine de e-commerce.
- Le second chapitre s'intéressera d'aborder la négociation dans les SMA ainsi que les différentes formes de négociation, finalement nous présentons les principaux travaux existants.
- Le troisième chapitre, portera sur la conception de notre application par la présentation des diagrammes explicatives tout en mettant l'accent sur leurs principales outils utilisées .
- Le quatrième chapitre clôturera le travail par l'implémentation en mettant en évidence les différentes interfaces présentes dans notre application.

Chapitre I



Systeme Multi-Agent

I.1 Introduction

Historiquement, les systèmes multi-agents(SMA) sont issus de l'Intelligence Artificielle Distribuée. Dans les années 70, la première génération de ces systèmes avait pour objectif de pallier les problèmes d'explosion combinatoire dus à la centralisation dans un même système des connaissances expertes, en les distribuant au sein de plusieurs modules. Le principal modèle de résolution distribuée de problèmes était basé sur l'architecture de tableau noir . La deuxième génération de systèmes s'est intéressée à la distribution du contrôle et à la réutilisation des architectures.

Les systèmes multi-agents sont devenus une nouvelle approche d'abstraction qui peut être utilisée pour l'analyse, la modélisation et le développement des systèmes informatiques complexes et distribués.

La vision basée sur l'agent offre un puissant répertoire d'outils, de techniques, et de métaphores qui y ont le potentiel d'améliorer considérablement les systèmes logiciels. On peut définir les systèmes multi-agents comme un ensemble d'agents autonomes faiblement couplés, des composants logiciels qui exploitent des différentes techniques d'intelligence artificielle.

Les systèmes multi-agents sont à l'intersection de plusieurs domaines scientifiques :L'informatique répartie, le génie logiciel, l'intelligence artificielle, la vie artificielle. Ilsinspirent également d'études issues d'autres disciplines connexes notamment la sociologie,la psychologie sociale, les sciences cognitives, etc.

Ce chapitre introduit, tout d'abord,les notions d'agents et de systèmes multi agents (SMAs), et détaille par la suite les différentes questions que soulèvent à la communication dans lesSMAs, en particulier : les utilisations et la communication. À la fin, un aperçu des différentes applications des SMAs est donné, puis le e-commerce.

I.2 Notion d'agent

Dans ce chapitre, les concepts qui découlent du domaine de recherche que constituent les SMA sont décrits. L'intérêt premier est porté d'abord sur le concept de "l'agent" qui constitue la brique fondamentale du domaine.

I.2.1 Introduction:

Le mot agent vient du latin « agere » qui signifie agir. Littéralement, l'agent est donc celui qui agit. On trouve une multitude de définitions d'agents. Elles se ressemblent toutes, mais diffèrent selon le type d'application pour laquelle est conçu l'agent.

I.2.2 Définition:

Selon Jacques Ferber [01] « Un agent est une entité réelle ou virtuelle évoluant dans un environnement capable de le percevoir et d'agir dessus, qui peut communiquer avec d'autres agents, qui exhibe un comportement autonome, lequel peut être vu comme la conséquence de ses interactions avec d'autres agents et des buts qu'il poursuit ».

Erceau [02] « Les agents sont des entités physiques (capteurs, processeurs,...) ou abstraites (tâches à réaliser, déplacements, etc.), qui sont capables d'agir sur leur environnement et sur elles-mêmes, c'est-à-dire de modifier leur propre comportement. Elles disposent, pour ce faire, d'une représentation partielle de cet environnement et de moyens de perception et de Communication».

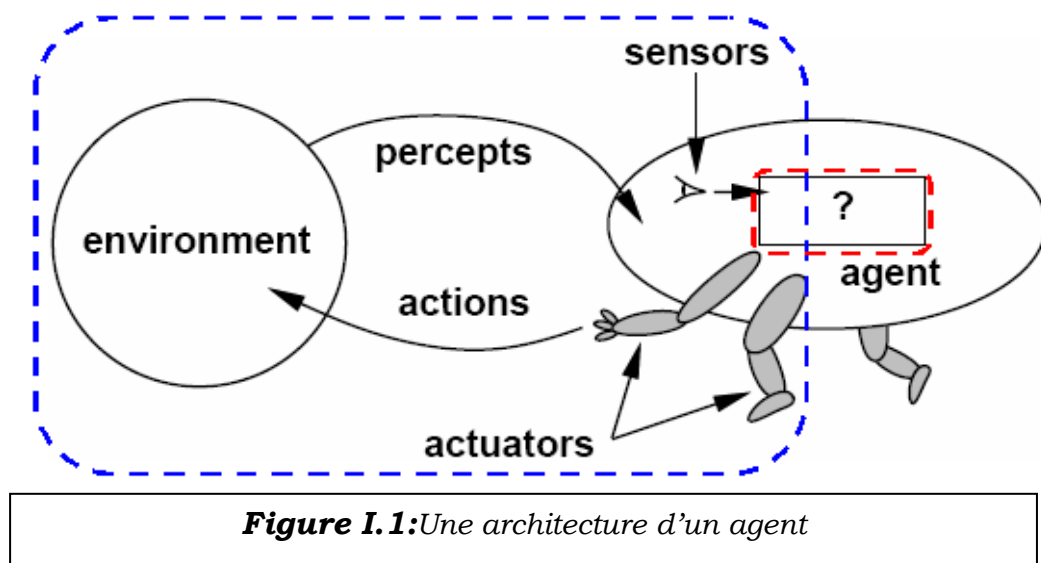


Figure I.1: Une architecture d'un agent

I.2.3 Différents types d'agents:

Les systèmes multi-agents sont en général classés en deux principales familles : les systèmes cognitifs et les systèmes réactifs

I.2.3.1 Agents cognitifs:

Les systèmes d'agents cognitifs sont fondés sur la coopération d'agents capables à eux seuls d'effectuer des opérations complexes. Un système cognitif comprend un petit nombre d'agents qui disposent d'une capacité de raisonnement sur une base de connaissances, d'une aptitude à traiter des informations diverses liées au domaine d'application, et d'informations relatives à la gestion des interactions avec les autres agents et l'environnement.

Chaque agent est assimilable, suivant le niveau de ses capacités, à un système expert plus ou moins sophistiqué. On parle d'agent de forte granularité (coarse grain). C'est l'école cognitive qui, jusqu'à maintenant, a donné lieu aux applications les plus avancées [03]

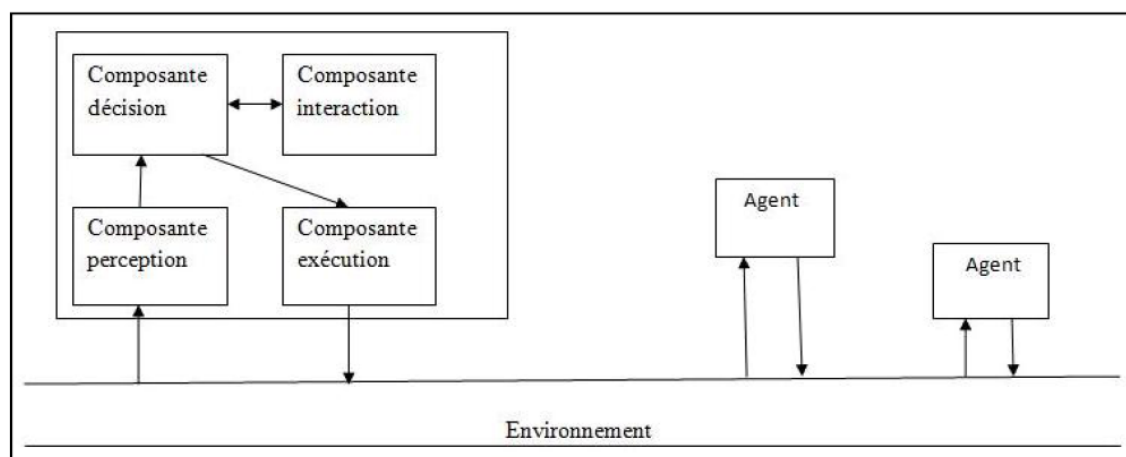


Figure I.2: Une architecture d'un agent cognitif

I.2.3.2 Agents réactifs:

Par opposition aux précédents, Les agents réactifs sont de plus bas niveau, ils ne disposent que d'un protocole et d'un langage de communication qui sont réduits, leurs capacités répondent uniquement à la loi stimulus/réponse. Cette approche propose la coopération d'agents de faible granularité (fine grain) mais beaucoup plus nombreux.

L'argument mis en avant est que dans un système multi-agents, il n'est pas nécessaire que chaque agent soit individuellement 'intelligent' pour parvenir à un comportement global intelligent.

Dans les systèmes réactifs, l'intelligence émerge des interactions d'un grand nombre d'agents qui ne disposent que de peu d'intelligence. L'analogie classique de telle société d'agents est celle de la fourmilière ou de la ruche d'abeilles. Chaque insecte est relativement simple et ne dispose que d'un ensemble très réduit des comportements. Pourtant, la société d'insectes fonctionne comme si elle disposait d'un organe capable de prendre les décisions et donnant des ordres aux éléments de la société.[03]

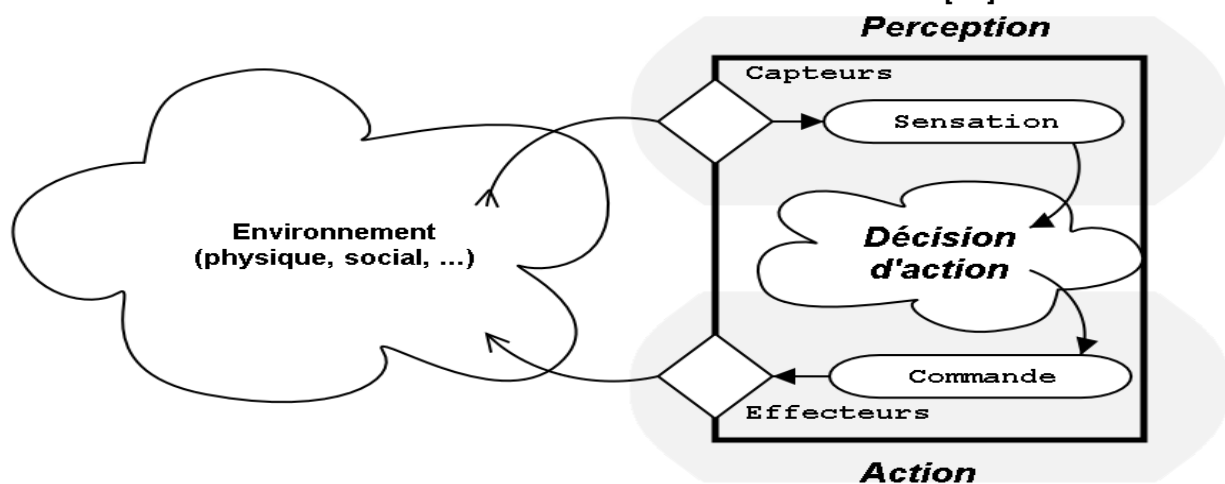


Figure I.3: Une architecture d'un agent réactif

✓ **Comparaison entre les deux types :**

Systemes d'agent cognitifs	Systemes d'agent réactifs
Représentation explicite de l'environnement	Pas de représentation explicite de l'environnement
Peut tenir compte de son passé	Pas de mémoire de son historique
Agent complexe	Fonction stimulus/action
Petit nombre d'agent	Grand nombre d'agent

Tab I.1 : Comparaison entre les deux agents

I.2.3.4 Agents hybrides:

Dès le début des années 90, on savait que les agents réactifs pouvaient bien convenir pour certains types de problèmes et moins bien pour d'autres. De même, pour les agents cognitifs. On commence, dès lors, à investiguer la possibilité de combiner les deux approches afin d'obtenir une architecture hybride [04]

Un agent hybride est un agent combinant les propriétés des agents réactifs et des agents cognitifs. Pour surmonter les faiblesses des systèmes réactifs et des systèmes cognitifs, par rapport à la difficulté de mise en œuvre des systèmes cognitifs dans des environnements complexes et le manque de modèles formels dans les systèmes réactifs, plusieurs chercheurs se sont intéressés aux systèmes hybrides. Ils consistent à maintenir une certaine réactivité d'un agent en le dotant de composants réactifs et de rendre les autres composants cognitifs pour garantir un raisonnement de qualité. [04] [05]

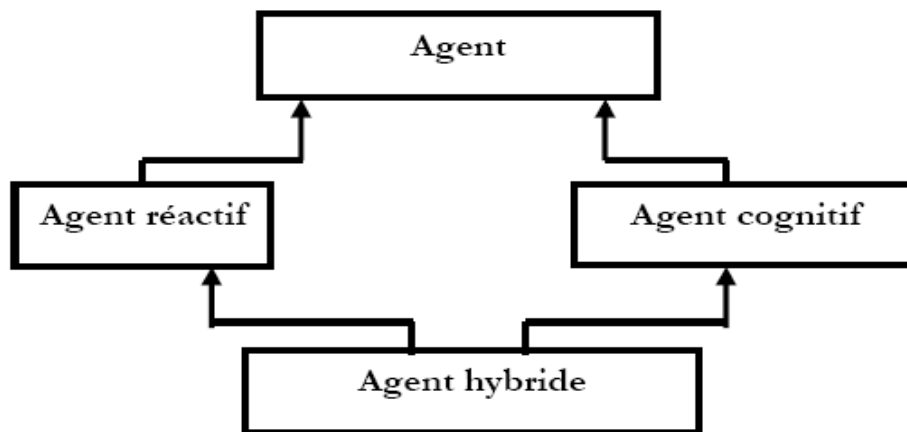


Figure I.4: Une architecture d'un agent hybride [06]

I.2.4 Quelques type d'agents:

- Agent courtier : c'est un agent qui permet de faire le courtage d'information au sein d'un système multi-agents. Une des fonctions de cet agent est qu'il permet de trouver les agents selon leurs services ou capacités.
- Agent exécution : c'est un agent qui supervise l'exécution de certaines tâches complexes. Cet agent décompose ces tâches en sous tâches.

- Agent ressource : c'est un agent qui contrôle une ou plusieurs sources de données. Ces sources peuvent être internes ou externes.
- Agent ontologie : c'est un agent qui s'occupe des différentes ontologies du système.
- Agent utilisateur : c'est un agent qui prend en charge les tâches de l'utilisateur.

I.3 NOTION Systèmes Multi Agents

Les Systèmes Multi Agents (SMA) sont très adaptés pour modéliser les phénomènes dans lesquels les interactions entre diverses entités sont assez complexes pour être appréhendées par les outils de modélisation classiques.

I.3.1 Introduction:

Les systèmes multi-agent constituent une nouvelle technique de modélisation qui place l'objet d'étude au centre de sa démarche. Ces modèles représentent les actions individuelles, les interactions entre les acteurs et les conséquences de ces interactions sur la dynamique du système. [07]

I.3.2 Définition:

Un SMA est généralement défini comme étant un ensemble d'agents, en interaction les uns avec les autres, pouvant coopérer, négocier ou collaborer. Ils évoluent dans un environnement qu'ils perçoivent, dans lequel ils peuvent se déplacer et qu'ils peuvent modifier. Il est défini d'une façon plus détaillée par Sycara [08], un SMA possède les caractéristiques suivantes :

- chaque agent a de l'information incomplète ou des capacités pour résoudre le problème total saisi par le système et, donc, à un point de vue limité.
- Il n'y a aucun contrôle global du système : Le comportement collectif est le résultat de règles sociales et interactions et pas d'un surveillant d'autorité centrale.
- Les ressources sont décentralisées : Les ressources nécessaires pour l'achèvement des tâches assigné au système sont divisées et sont distribuées.

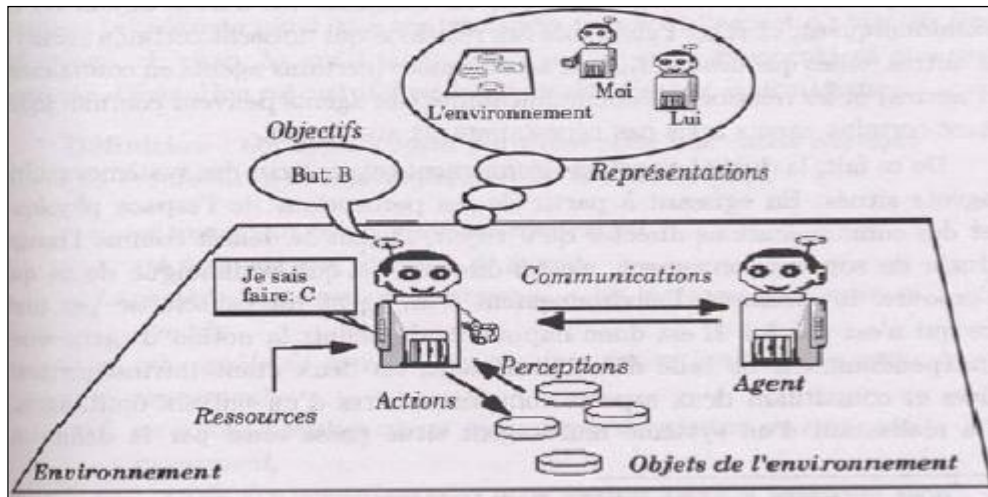


Figure 1.5: Représentation imagée d'un agent en interaction avec son environnement et autres

I.3.3 Domaines d'applications d'SMA:

Les systèmes multi-agents connaissant une grande expansion. Ils ont touché une grande variété de domaines d'applications tels que :

- les systèmes multi-experts d'aide à la décision
- l'enseignement intelligent assisté par ordinateur
- la gestion des activités de production
- l'imagerie médicale
- le transport routier, aérien et ferroviaire
- le diagnostic de pannes sur les réseaux électriques
- la télémédecine
- la simulation du comportement des fourmis et l'étude de l'émergence des structures
- l'interprétation des images satellitaires, la traduction automatique
- la robotique
- la commerce électronique,etc

I.3.4 Exemples d'un SMA [09] :

Les systèmes multi-agents associés à l'intelligence artificielle représentent actuellement un grand domaine d'application et de recherche. Plusieurs systèmes ont été développés, nous présenterons ici quelques-uns tels que :

I.3.4.1 Le système MANTA:

Ce système illustre parfaitement l'intérêt de la modélisation multi-agents de type réactif. Il modélise la constitution d'une fourmilière mature à partir d'un ou plusieurs reines, étudie la capacité d'adaptation d'une telle colonie, le mécanisme de polythéisme (division du travail), et la spécialisation des ouvrières. Cette simulation avait vérifié le fait qu'une société d'agents peut bien survivre et s'organiser en se passant de tout système de contrôle centralisé et d'une quelconque organisation hiérarchique.[10]

I.3.4.2 Les systèmes industriels distribués :

Les concepteurs partent de problèmes réels existants et ils cherchent à les résoudre en se basant sur les techniques d'interaction et de coopération des systèmes multi-agents. Plusieurs systèmes ont été développés dans les domaines de la télécommunication, et de contrôle du trafic aérien.

I.3.4.3 Applications temps réel :

Les agents ont été bien évidemment appliqués au domaine des systèmes temps réel; ce dernier maintien des systèmes à contrainte souple. On voit de plus en plus des systèmes temps réels dit Hard utilisant des agents. Exemples: le système GUARDIAN [11], il a pour but de gérer les soins des patients d'une unité de soins intensifs chirurgicale.

I.3.4.4 Applications agents pour le commerce électronique :

Le E-Commerce signifie des échanges de produits qui se passent via Internet. Les sites pour les ventes aux enchères, pour les négociations entre les utilisateurs (producteurs/consommateurs),etc.

I.3.4.5 Applications agents pour la Recherche d'Information :

Une grande partie des applications de système multi-agents est dans le domaine de recherche d'information .Parmi ces nombreuses applications dans ce domaine, on peut trouver "NetSA" : une architecture de système multi-agents pour la recherche d'information dans des sources hétérogènes et réparties.

I.3.5 Les différents types d'interaction entre agents :

L'interaction est la propriété la plus important dans les systèmes multi-agents : seulement à travers l'interaction, les agents sont capables de partager de l'information et exécuter des tâches pour accomplir leurs buts. Pour faire

une interaction bénéfique c-à-d. d'une manière cohérente, les agents doivent communiquer entre eux et coordonner leurs activités. La coordination et la communication sont des éléments centraux aux SMA.

En fait, aucun agent ne possède une vue globale de système à laquelle il appartient. Par conséquent, les agents ont seulement une vue locale de ces buts et ces connaissances qui interfère avec les buts et les actions d'autres agents. La coordination est vitale pour éviter le blocage pendant conflits.

Une typologie des situations d'interactions est défini selon les trois composantes principales de l'interaction:

- ✓ la nature des buts
- ✓ l'accès aux ressources
- ✓ les compétences des agents

En combinant les trois critères (composantes) d'interaction, nous aurons huit types de situation d'interaction organisés en trois catégories (voire Tab I.2)

Buts	Ressources	Compétences	Types de situation	Catégories
Compatibles	Suffisantes	Suffisantes	Indépendance	Indifférence
Compatibles	Suffisantes	Insuffisantes	Collaboration simple	Coopération
Compatibles	Insuffisantes	Suffisantes	Encombrement	
Compatibles	Insuffisantes	Insuffisantes	Collaboration coordonnée	
Incompatibles	Suffisantes	Suffisantes	Compétition individuelle pure	Antagonisme
Incompatibles	Insuffisantes	Suffisantes	Compétition collective pure	
Incompatibles	Suffisantes	Insuffisantes	Compétition individuelle sur les ressources	
Incompatibles	Insuffisantes	Insuffisantes	Compétition collective sur les ressources.	

Tab I.2: Les différents types de situation d'interaction [01]

Nous présentons dans cette section les composantes d'un SMA pour la création d'un collectif d'agents : la coordination, l'interaction et la communication.

I.3.5.1 La coordination :

Un agent particulier communique avec les autres agents pour bien accomplir ses buts ou les buts de système. Ces buts peuvent être connus ou non explicitement par l'agent. La communication permet de coordonner le comportement et les actions de différents agents de système, ceci a pour résultats de garder le système dans un état cohérent. La coordination est une propriété de système multi agent qui exécute des activités dans un environnement partagé.

Le degré de coordination est une mesure par laquelle on évite des activités étranges par la réduction de réclamation de ressources, éviter le blocage et de maintenir le système sain.

I.3.5.2 L'interaction :

Pour pouvoir considérer les agents comme un collectif, il doit exister entre eux des possibilités d'interaction. Les agents interagissent en vue de réaliser conjointement une tâche ou d'atteindre conjointement un but particulier. Les agents interagissant directement ou par l'intermédiaire d'un autre agent ou de l'environnement.

Ferber mentionne : « On appellera situation d'interaction un ensemble des comportements résultant du regroupement d'agents qui doivent agir pour satisfaire leurs objectifs en tenant compte des contraintes provenant des ressources plus ou moins limitées dont ils disposent et de leurs compétences individuelles »[12]

Chaque agent peut-être caractérisé par trois dimensions : ses buts, ses capacités à réaliser certaines tâches et les ressources dont il dispose. Les interactions des agents d'un SMA sont motivées par leurs interdépendances selon ces trois dimensions : Leurs buts peuvent être compatibles ou non ; les agents peuvent désirer des ressources que les autres agents possèdent ; un agent peut disposer d'une capacité nécessaire à un autre agent pour achever votre action. En fait, on peut caractériser un système par le type de coopération mise en œuvre qui peut aller de la coopération totale à l'antagonisme total [13].

On distingue deux types d'interaction à savoir la coopération et la compétition (voir figure I.6).

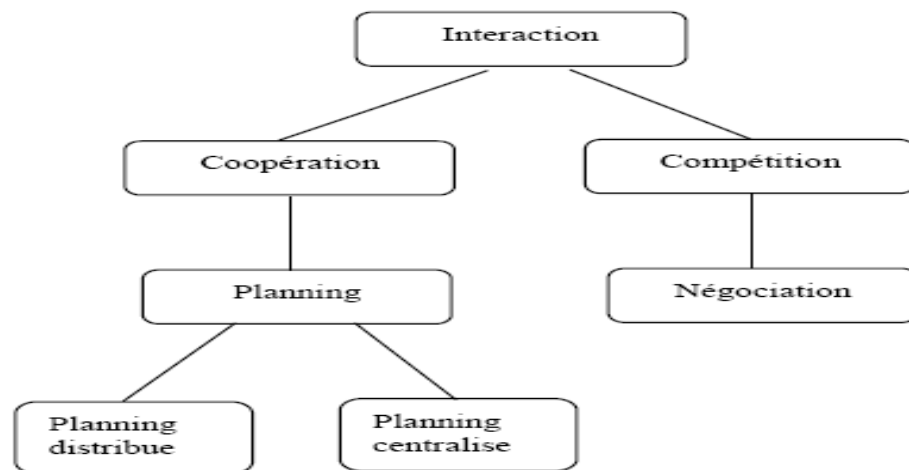


Figure I.6 : les différents types d'interaction entre

✓ La coopération

La coopération est une caractéristique très importante des SMA. En effet, une résolution distribuée d'un problème ou le partage des tâches et de résultats est les résultats d'interactions coopératives entre les différents agents qui disposent d'un ensemble des caractéristiques qui leur rendent coopératifs. Ferber a donné une définition plus précise de la coopération : « On dira que deux agents coopèrent, ou encore qu'ils sont en situation de coopération, si l'une des deux conditions est vérifiée » [08]

- L'ajout d'un nouvel agent permet d'accroître d'une manière différentielle les performances du système.
- L'action des agents sert à éviter ou à résoudre des conflits potentiels ou actuels. C'est surtout le dernier point qui rend la négociation une interaction coopérative dans le cas où elle interviendrait pour résoudre les conflits.

Modes de coopération

Les méthodes de coopération permettent de définir la manière de coopérer, les plus distingués sont : la coordination d'actions, la collaboration par partage de tâches et des ressources et la résolution de conflits.

- ✓ **La coordination d'actions est la gestion et l'organisation de l'exécution des activités entre les agents** : Elle s'exprime par un ensemble de tâches qui ne sont pas directement productifs mais qui servent à permettre aux actions productives de s'accomplir dans les meilleures conditions

- ✓ **La collaboration par partage de tâches et de ressources** est l'ensemble des techniques permettant aux agents de se répartir des tâches, des informations, et des ressources de manière à résoudre un problème commun, c'est-à-dire préciser « qui fait quoi » pour apporter une solution à ce problème. Parmi les mécanismes utilisés pour l'allocation, on note les techniques de répartitions centralisées, les mécanismes décentralisés (réseau contractuels, réseaux d'acointances...).
- ✓ **La résolution de conflits** est une manière d'empêcher les désaccords. La négociation (qui fait l'objet de chapitre suivant) est la technique la plus intéressante pour pallier à tels conflits.
- ✓ **La compétition** C'est une interaction entre des agents égo-centrés se basent principalement sur la négociation. La négociation joue un rôle fondamental dans les activités de coopération en permettant aux agents de résoudre des conflits qui pourraient mettre en péril des comportements coopératifs.

Durffe définit la négociation comme le processus d'améliorer les accords (en réduisant les inconsistances et l'incertitude) sur des points communs.[14]

I.3.6 La communication entre agents

Le premier problème qui paraît quand nous considérons une société d'agents est la communication pour exécuter leurs tâches, propager leurs informations, négocier avec les autres agents, etc. [15]

I.3.6.1 Définition :

La communication dans les SMA est la base de la résolution coopérative de problèmes. Elle n'est pas une simple action d'entrée/de sortie, mais elle s'étend comme un acte pouvant modifier l'état interne de l'agent récepteur. L'agent peut être amené à remettre en cause son plan d'action, ou à modifier ses croyances. Elle permet aussi de résoudre les conflits par la négociation et de synchroniser les actions des agents.

I.3.6.2 Les formes de communication :

Généralement les agents peuvent communiquer en partageant des informations ou en se transmettant des informations par l'envoi de messages.

- Communication directe via l'environnement (envoi de messages)
- Communication indirecte via l'environnement (tableaux noirs)

✓ Communication par envoi de message

Une organisation possible des agents peut consister à ce que chacun ait sa propre base de faits locale, où ses propres résultats, représentant une partie de la solution courante au problème global, sont stockés. Un agent peut alors, lorsqu'il le juge utile, entrer en communication directe avec un autre agent en lui transmettant de l'information via des messages de la même façon que des échanges postaux peuvent se faire. Ces messages peuvent comporter des demandes de renseignements ou encore fournir, spontanément ou suite à une demande antérieure, des informations, il y a échangé des résultats partiels.

Ce type de communication suppose l'utilisation d'un protocole pour les échanges. Il est utilisé dans les modèles d'acteurs ou de société de spécialistes.

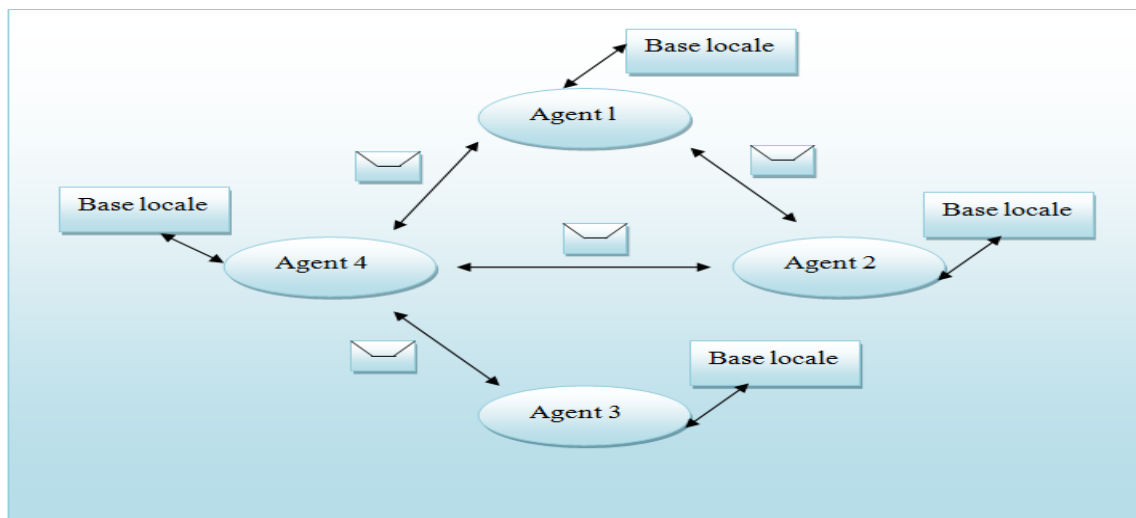


Figure I.7: Structure d'un système à envoi de messages

Les deux maîtres mots de ce système est :

- Le traitement local : un agent ne peut manipuler que sa base de connaissance locale, envoyer des messages aux autres agents qu'il connaît, que l'on appelle accointances, et créer de nouveaux agents.
- L'envoi de message avec continuation : quand un agent envoie un message, il précise à quel agent la réponse de ce message doit être envoyée [01]. Il peut s'agir tout simplement de l'agent émetteur du message, mais aussi d'un autre agent (peut être spécialement crée) utilisé pour la circonstance.

✓ Communication par partage d'information

La communication entre les différents agents du système est réalisée par partage d'information lorsque ceux-ci disposent d'une zone de données commune dans laquelle ils rangent les conclusions qu'ils ont pu tirer. Outre ces résultats partiels, cette zone renferme les données du problème initial. Les agents peuvent ainsi y puiser les informations dont ils ont besoin pour résoudre une partie du problème globale.

Cette zone est le moyen d'échange d'information entre les agents. Ils la consultent pour se faire une idée de l'état d'avancement de la construction de la solution et voir ainsi si la situation leur est favorable, si leur raisonnement est opportun ou pas. Les agents n'ont alors pas besoin de se connaître mutuellement.

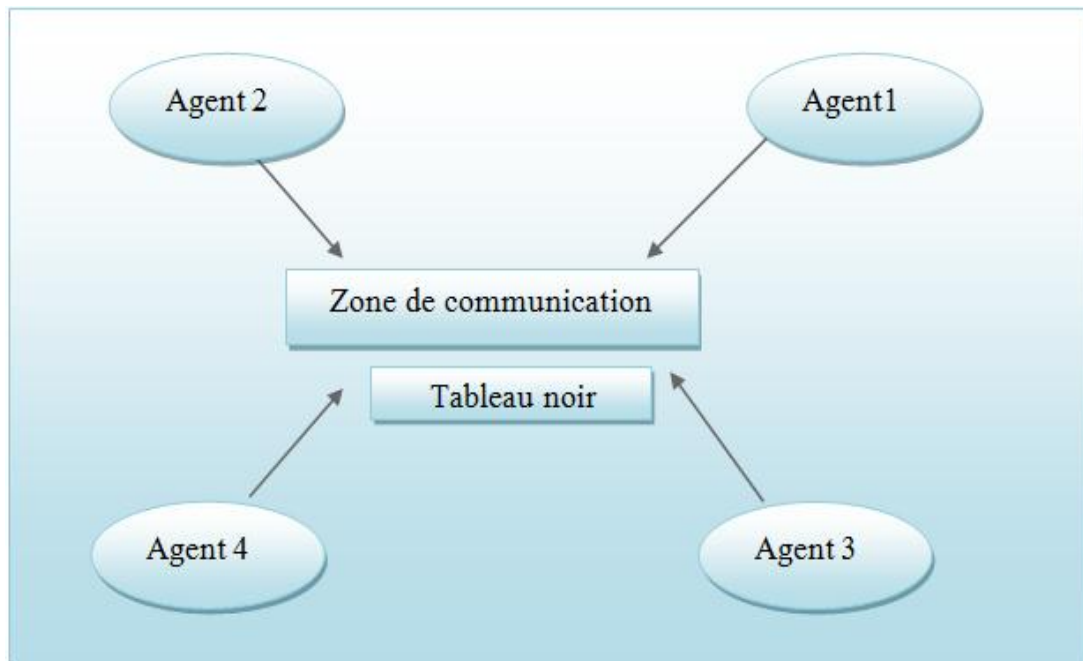


Figure I.8: Structure d'un système de tableau noir

Il est organisé autour de trois composants :

- Les agents : souvent appelé knowledge sources et parfois spécialistes.
- La base partagée (tableau noir) : elle comprend les états partiels du problème en cours de résolution et d'une manière générale toutes les informations que s'échangent les agents.

- Un dispositif de contrôle : qui gère les conflits d'accès entre les agents. Ce composant est celui qui subit le plus de variation. A l'origine, il s'agissait généralement d'un module séparé, complètement distinct des autres composants, alors que dans les systèmes les plus récents tel que BBI et ses dérivés, ce module est organisé lui-même comme un tableau noir.

I.3.6.3 Les langages de communication entre agents (ACL) :

En SMA, l'hypothèse la plus répandue est que la communication inter-agent sera plus fructueuse si elle se fait par l'intermédiaire d'un langage de communication explicite. La propriété essentielle qui rend le langage utile, c'est que le sens de ses signes soit partagés. Les ACL sont conçus pour permettre tous types d'applications pratiques aussi bien que théoriques. Les deux ACL les plus connus sont KQML et FIPA-ACL. [16]

✓ KQML (Knowledge Query and Manipulation Language)

Premier apparu, KQML fournit un ensemble d'actes de langage standards et utiles. Le langage est structuré selon trois niveaux enchâssés :

- La couche de communication : renseigne la communication (identité du récepteur, de l'émetteur et nature de la communication). Elle est minimale car KQML ne prend pas en charge le transport lui-même (TCP/IP, SMTP, ...etc.).
- La couche message : donne des indications sur le contenu du message (langage et ontologie utilisé pour le contenu, type d'acte de langage attaché au contenu). C'est la couche centrale de KQML qui définit le type d'interaction que des agents-KQML pourront avoir.
- La couche de contenu : contenu du message exprimé en KIF (Knowledge Inter change Format), Prolog, KQML ou autre . [16]

✓ FIPA-ACL (Foundation for Intelligent Physical Agents)

C'est le seul effort réellement organisé pour créer un ACL standard. Il a été conçu pour pallier aux faiblesses des différentes versions de KQML. FIPA-ACL diffère de KQML car :

- FIPA-ACL inclut une sémantique précise basée sur une logique multimodale quantifiée. Par contre ce modèle sémantique est tellement complexe qu'un agent FIPA ne peut généralement pas déduire l'intention de l'agent émetteur.

Pour les agents FIPA on doit donc mettre en œuvre un certain nombre de simplifications sémantique (comme les polices de conversation) pour aider à l'interprétation des messages. KQML, lui, a des sémantiques relativement simples qui peuvent être directement utilisées lorsque le domaine est restreint.

- KQML inclut un certain nombre de messages d'administration de réseaux qui simplifient la partie du développement concernant les flux de données, la registration, le courage, les services de répertoires et autres.
- Comme FIPA-ACL est défini par une corporation de chercheurs, sa mise à jour est lente mais chaque version est scrupuleusement vérifiée [16].

I.3.7 Plates-formes de développement de systèmes multi-agents :

Depuis plusieurs années, on a vu se multiplier les plates-formes de développement agents. Sous ce terme illusoirement générique se cachent en fait plusieurs grandes catégories de plates-formes. Même s'il n'est pas question de voir ici en détail l'ensemble de ces plates-formes (ou même de ces catégories), nous allons en parcourir quelques exemples des plates-formes de développement agents [17].

- **CORMAS** (Common Ressources Multi-Agent System) est un Framework de développement de systèmes multi-agents, open-source et basé sur le langage Java et plus précisément le langage-objets SmallTalk. Spatialisé, il est centré sur des problématiques de recherche en sciences du développement et de négociation entre acteurs.
- **JADE** (Java Agent DEveloppement) est un Framework de développement de systèmes multi-agents, open-source et basé sur le langage Java. Il offre en particulier un support avancé de la norme FIPA-ACL, ainsi que des outils de validation syntaxique des messages entre agents basé sur les ontologies.
- **MADKIT** est une plate-forme multi-agents modulaire écrite en Java et construite autour du modèle organisationnel Agent/Groupe/Rôle. C'est une plate-forme libre basée sur la licence GPL/LGPL développée au sein du LIRMM.
- **MAGIQUE** est une plate-forme pour agents physiquement distribués écrite en Java et fournissant un modèle de communication original d'appel à la cantonna de. Dans MAGIQUE, les compétences sont dissociées des agents. L'architecture d'agents et les différentes compétences sont développées séparément, les compétences sont ensuite « plugguées » dans les agents au grès du concepteur. Cette plate-forme est développée au sein du LIFL.

-**SMAS/OMAS**, Simulation of Multi-Agent Asynchronous Systems est une plate-forme de recherche développée par l'équipe d'intelligence artificielle de l'Université de Technologie de Compiègne, sous la direction de Jean-Paul Barthès.

- **JAGENT** est un Framework open source réalisé en Java dont l'objectif est de faciliter le développement et le test de systèmes multi-agents.

-**JASON** est un environnement open source de développement d'agents dans le formalisme Agent Speak, et développé en Java par Jomi Fred Hübner et Rafael H. Bordini.

- **JACK** est un langage de programmation et un environnement de développement pour agents cognitifs, développé par la société Agent Oriente Software comme une extension orientée agent du langage Java .

I.4 NOTION Commerce électronique

La notion de e-commerce recouvre tout qui concerne les échanges des ordres électroniques d'achat, de vente ou de paiement. Les technologies utilisées sont principalement celles de l'Internet mais peuvent se faire par des réseaux privés ou par téléphone.

I.4.1 Introduction:

L'origine du e-commerce remonte à l'année 1960 avec l'application de l'EDI (Electronique Data Exchange). L'objectif de l'EDI est l'échange de documents dans un format standard. Puis l'EFT (Electronique Funds Transfer) a été utilisée par les banques pour optimiser la transmission numérique d'ordre de paiement. Depuis les trois dernières années de la fin du 20^{ème} siècle, Internet a pris la place de l'EDI qui disparaîtra.

I.4.2 Définition du commerce électronique:

Il n'y a pas de définition universelle du commerce électronique en raison du grand nombre de marchés et d'acteurs sur Internet et de l'évolution rapide de leurs rapports complexes [18] .

L'expression « commerce électronique » décrit de nombreux usages de la technologie moderne des télécommunications et de l'information. À titre d'exemple, une définition exhaustive engloberait toute forme d'activité commerciale faisant appel à un média électronique [19].

- Toute forme de transactions commerciales ou administratives ou d'échange d'informations qui sont effectués en utilisant un moyen de la technologie d'information et de communication [20]
- Commerce électronique, fondamentalement couvre tout ce qui permet d'effectuer des opérations commerciales en ligne. Sous sa forme la plus évident, il vend des produits en ligne aux consommateurs, mais en fait n'importe quel type d'affaire effectuée par des moyens électroniques fait partis du commerce électronique.

D'autres part, le commerce électronique est quasiment fait par nos interactions, c'est nous qui décide quand nous allons acheter des produits ou combien nous souhaitons de payer pour chaque produit, etc. Donc, la négociation joue un rôle important pendant les échanges des produits ou des services. Par exemple, dans une entreprise, le directeur lui-même doit négocier par téléphone ou par e-mail, même si il s'agit d'un commerce électronique. Dans cet exemple-là, c'est fortement possible de ne pas négocier avec les fournisseurs est le gain de l'entreprise donc pas optimale [21].

I.4.3 Différent format du commerce électronique :

Ce genre de transaction s'effectue entre une entreprise et un client. C'est le genre de transaction qui vient en premier à l'esprit lorsqu'on au commerce électronique. Par exemple AMZON est une entreprise qui permet au particulier de trouver et d'acheter tous ce qui les intéresse en matière de livre, de CD, d'électronique et de vidéo.

I.4.3.1 Business to Business (B2B)

Celui qui implique des transmissions entre deux entreprises. Ce type de commerce électronique est moins médiatisé. par exemple, CISCO system, qui crée une grande partie de l'infrastructure physique d'internet permettant aux entreprise de communiquer est une entreprise B2B

I.4.3.2 Consumer to consumer (C2C) :

C'est une forme de commerce qui a un succès important, ces dernières années. Elle implique un rapport direct, entre consommateurs finaux .Les exemples les plus connus de ce type de commerce sont eBay aux Etats-Unis et

iBazar en France.eBay et iBazar permettant à leurs clients de vendre des objets via des enchères publics et prélèvent une commission pour chaque objet vendu.

I.4.3.3 Consumer-to-Business (C2B) :

Est un modèle du commerce électronique dans lequel des particulier offrent des produits et des services aux compagnies et les compagnies les payent.[22]

I.4.3.4 Business to Gouvernement (B2G) :

Concerne les sites Internet développant une activité commerciale entre une ou des entreprises privées et une ou des organisations gouvernementales. [22]

I.4.3.5 Business to Administration (B2A):

Transaction électronique entre une entreprise et une administration (transmission d'une déclaration fiscale par exemple). [22]

I.4.3.6 Employee to Employee (E2E):

Relation touchant les échanges électroniques entre au moins deux employés d'une même organisation ou d'organisation différente au travers d'un Internet.[22]

I.4.4 Phase du commerce électronique

Pour achever une transaction e-commerce, on passe par trois phases:

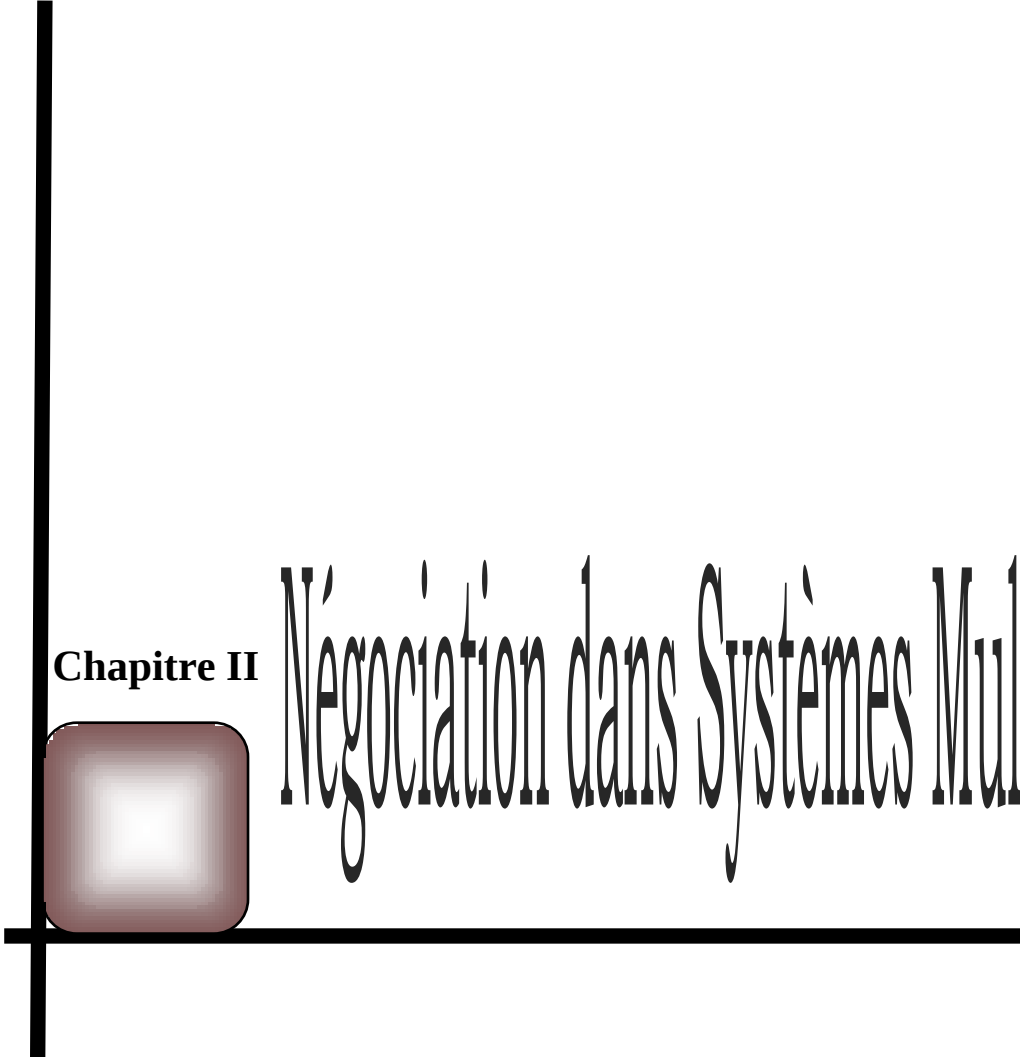
- La première étape est celle de l'échange d'informations préalables à l'achat. Cette phase comprend notamment la publicité (flux d'information du vendeur vers l'acheteur) est la recherche d'information sur la qualité ou la localisation des produits (de l'acheteur vers le vendeur). Cette phase doit permettre l'identification des besoins, l'identification des produits et l'identification des fournisseurs.
- La seconde étape est celle de l'acte d'achat qui comprend en particulier la commande, la négociation et le paiement.
- La dernière est celle de la fourniture à l'acheteur du bien ou du service sur laquelle porte la transaction.

Toutes ces étapes peuvent inclure des flux d'échange électronique et ceux-ci sont particulièrement fréquents dans les deux premières phrases.

Un certain nombre de services peuvent certes être fournis sous forme électronique (services financiers, conseil..) mais une grande partie des biens doivent faire l'objet d'une livraison physique. Pour ces biens, la notion de commerce électronique se réduit aux deux premières étapes .

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons représenté les concepts agent, le système multi-agents et e-commerce. Les SMA sont largement répandus et développés autour du monde, ils sont parmi les domaines les plus porteurs en Intelligence Artificielle. J. Ferber, précise que les SMA touchent à des domaines différents, variés et pas évidemment reliés directement aux SMA comme les sciences cognitives, la philosophie, la biologie, les théories d'organisation, la gestion des ressources humaines etc.



Chapitre II

Négociation dans Systèmes Multi Agent

II.1 Introduction

La négociation a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs dans des domaines aussi variés que la psychologie sociale, la théorie du choix social, l'économie, la théorie organisationnelle, et l'intelligence artificielle distribuée.

A l'heure actuelle, la négociation dans les SMA fait l'objet de très nombreux travaux où il ressort un certain nombre de points commun sur lesquels il faut aujourd'hui s'appuyer. Pour modéliser la négociation dans ce genre de système, il faut alors prendre en compte un certain nombre d'aspects tel que le langage de la négociation utilisé par les agents pour échanger des informations pendant la négociation, le protocole de négociation qui est l'ensemble des règles qui régit la négociation, l'objet de la négociation qui comprend les attributs qu'on veut négocier et la stratégie que l'agent utilise pour prendre des décisions pendant la négociation elle permet de déterminer par exemple quelle primitive de négociation l'agent doit choisir à un certain moment. Un état de l'art relatif aux différents travaux menés dans ce sens est proposé dans ce chapitre.

II.2 Définitions

- Selon Muller [23] "Negotiation is the communication process of a group of agents in order to reach a mutually accepted agreement on some matter"
- La négociation nécessite l'intervention d'au moins deux parties [24][25]. Chaque partie tend à satisfaire ses propres besoins ainsi que ses propres objectifs, ce qui peut provoquer des conflits d'intérêts [26]. La négociation a pour rôle de résoudre ces conflits et d'aboutir à un compromis qui satisfait partiellement les objectifs des intervenants [27].
- La négociation est un processus grâce auquel plusieurs parties aboutissent à une décision commune. Les parties verbalisent en premier lieu leurs demandes et convergent vers un accord par une succession de concessions ou une recherche de nouvelles alternatives [28].

Tous les chercheurs s'accordent sur la finalité de la négociation, à savoir l'aboutissement à un accord commun satisfaisant.

II.3 Les composants d'une négociation

Pour modéliser la négociation dans un SMA, on prend généralement en compte les aspects suivants :

- Le langage de négociation (fonctionnement de la société d'agents) : composé d'un ensemble de primitives de communication, il précise la manière dont les agents communiquent.
- Le protocole de négociation (fonctionnement de la société d'agents) : c'est l'ensemble des règles qui régit la négociation (e.g propositions légales, états de la négociation).
- Les objets de négociation : c'est sur ces objets que se porte la négociation (e.g prix, délai, temps de réponse) ;
- Le processus de décision (fonctionnement de l'agent) : c'est lui qui oriente la stratégie de l'agent au cours de la négociation. C'est le cœur de fonctionnement et l'intelligence de la négociation. La stratégie peut être entièrement définie et immuable, ou alors mutable en fonction des stratégies des autres (observation, supposition).

La cardinalité des participants de la négociation peut aussi varier : négociation un-à-un ,négociation un-a-plusieurs, négociation plusieurs-à-plusieurs [29].

II.4 Le protocole de négociation

Chaque forme de négociation possède son propre protocole, qui définit le déroulement du processus de négociation, c'est-à-dire les actes de langage utilisés et leur séquencement [30].

Huget propose la définition suivant « Un protocole est un ensemble de règles qui guident l'interaction entre plusieurs agents... » [31].

Un protocole de négociation doit ordonner le type des messages dans le déroulement d'une négociation. Von Martial (1992) donne trois composants nécessaires à un protocole :

- Les états dans lesquels peut se trouver une conversation.
- Les types de message qui peuvent être échangés.
- Les règles de la conversation qui spécifient les types de message qu'un agent peut envoyer suivant l'état de la conversation [32].

Dans la grande majorité des cas, le protocole utilisé se base sur le Contracta Net Protocol étendu. C'est un protocole simple, qui se base sur des itérations de primitives simples et qui est suffisamment général pour rester indépendant de la stratégie de négociation des agents et rester indépendant de l'application [29].

II.5 Le processus de négociation

Le processus de négociation permet de trouver un arrangement et un profit mutuel pour tous les agents négociateurs [31][32]. La Figure II.1 décrit le processus de négociation [25].

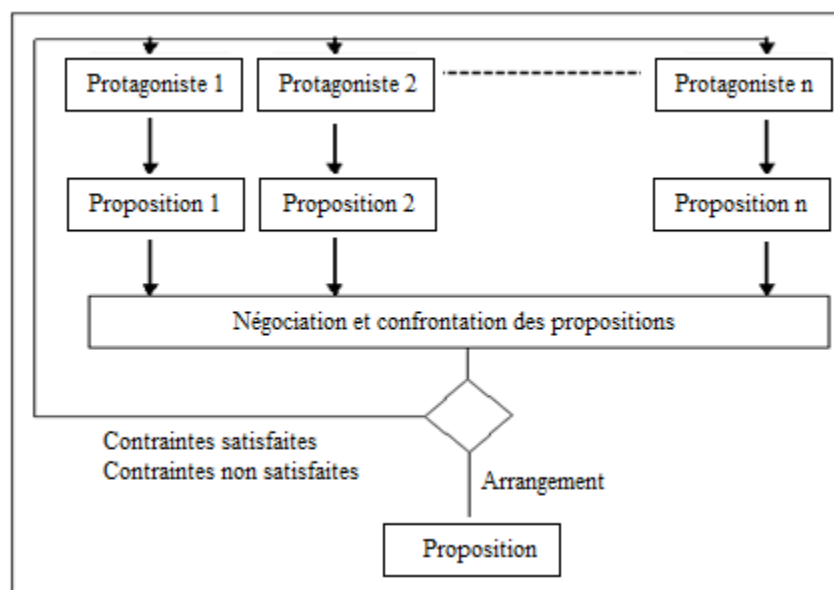


Figure II.1 : Le Processus de négociation [25]

Dans la Figure II.1, chaque protagoniste envoie sa proposition à l'initiateur concernant l'exécution d'une même tâche donnée. Le processus de négociation commence dès la réception de toutes les propositions. Si l'une de ces propositions répond aux objectifs de toutes les parties négociatrices, il y aura un arrangement et la négociation sera terminée. Dans le cas contraire, les contraintes satisfaites et non satisfaites seront envoyées aux négociateurs afin de reformuler de nouvelles propositions. Le processus de négociation se répète jusqu'à ce qu'un arrangement mutuel acceptable soit atteint. En absence d'un arrangement, l'initiateur arrête la négociation par un échec [33][34].

II.6 La cardinalité de la négociation

La cardinalité de la négociation est une notion importante pour les SMA. Il s'agit de savoir combien d'agents négocient entre eux. Différents types de cardinalité de négociation existent [30].

- négociation un-à-un: un agent négocie avec un autre, par exemple dans le cas où on essaie de négocier le prix d'achat d'une maison avec le représentant d'une agence immobilière.
- négociation un-à-plusieurs: un seul agent négocie avec plusieurs autres agents, par exemple les enchères où un agent veut vendre un objet.
- négociation plusieurs-à-plusieurs: plusieurs agents négocient avec plusieurs d'autres agents en même temps, par exemple les participants à des enchères électroniques comme celles organisées par eBay [35].

II.7 Les types de négociation

Il existe trois types de négociation : la négociation centralisée, la négociation distribuée et la négociation intégrative [36].

II.7.1 La négociation centralisée : (Figure II.2)

Est un processus itératif dans lequel une troisième partie négociatrice (Arbitre), qu'on appelle « neutre » [37], supervise et détecte les conflits entre les autres parties négociatrices (Agents en conflits). L'objectif de la négociation centralisée est de favoriser le dialogue entre les parties adverses pour analyser le problème et les facteurs qui alimentent le conflit [37][33].

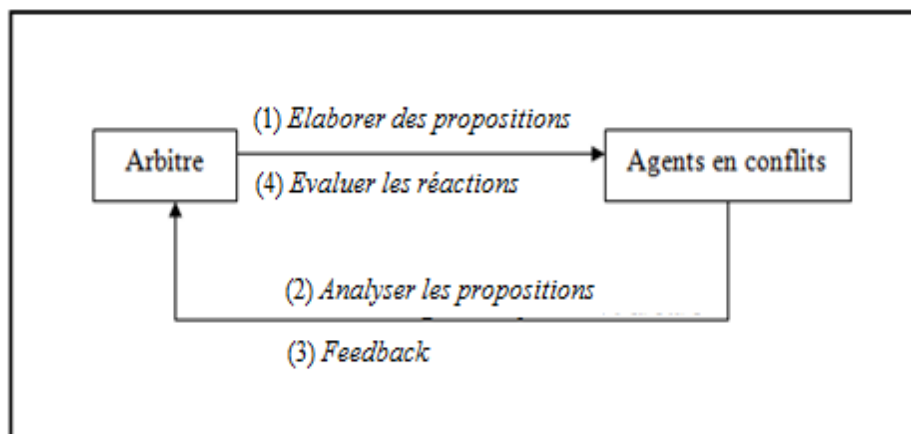


Figure II.2 : La négociation centralisée[LC, 04]

II.7.2 La négociation intégrative (coopérative ou concentrative) : [35]

Les négociateurs collaborent entre eux afin d'aboutir à un accord qui donne satisfaction à chacun. Il y aura donc une recherche de solution constructive.

II.7.3 La négociation distributive (conflictuelle ou compétitive) :

Chaque protagoniste cherche à être le gagnant de l'échange. Chacun campe sur ses positions et la négociation devient une confrontation [32].

Dans cette situation, l'objectif de chacun des agents est de maximiser ses propres gains et la négociation devient ainsi une compétition où le plus fort l'emporte sur le plus faible [33]. Ce type de négociation est appliqué dans les chaînes logistiques où l'objectif principal à atteindre représente l'objectif global de la chaîne logistique.[26][38]

II.8 Les Différentes formes de la négociation

Les différentes formes de la négociation peuvent être regroupées en quatre familles [30] :

- La première famille est celle des systèmes de vote qui permettent de choisir une solution parmi plusieurs alternatives.
- La deuxième famille concerne les enchères dont les principaux types sont l'enchère anglaise, l'enchère hollandaise et l'enchère Vikrey[39].
- La troisième famille est celle des systèmes contractuels dont le plus utilisé est le Contracta net Protocole.
- La dernière famille est celle des protocoles d'argumentation.

II.8.1 Les Systèmes de vote :

Les systèmes de vote sont utilisés pour élire une alternative parmi les différentes alternatives possibles. Les plus simples concernent un choix entre une alternative et le statu quo.

Cela revient à proposer l'alternative et à recueillir les votes pour et les votes contre cette alternative. Les systèmes plus complexes impliquent un nombre d'alternatives supérieur à deux, les votants devant alors choisir l'alternative qu'ils préfèrent. Le terme de choix social est utilisé afin de représenter l'alternative qui satisfait au mieux la population. Dans ce qui suit, nous considérons le problème suivant : soit un ensemble A de n alternatives dénotées a, b, c, etc. et un ensemble P de personnes (de votants) dénotées p1,

p2, p3, etc. Chaque personne p de l'ensemble P classe obligatoirement toutes les alternatives sous la forme d'une liste selon ses préférences.

Nous supposons qu'il n'y a pas d'égalité au sein de ces listes. Nous représentons ces listes de manière verticale depuis les alternatives les plus préférées en haut de la liste jusqu'aux moins préférées en bas de la liste [30].

II.8.2 Les Systèmes d'enchères :

Une enchère permet à des personnes ou à des entreprises de vendre leurs biens ou à solliciter des services au meilleur prix possible. Avec l'explosion du commerce électronique les enchères sont devenu un mécanisme d'achat et de vente à grande échelle. Une enchère comprend, d'habitude, un initiateur et plusieurs participants. Parfois, l'objet peut être une combinaison d'autres objets ou un objet avec plusieurs attributs. L'initiateur veut vendre l'objet au prix le plus élevé possible et les participants veulent l'acheter au plus petit prix possible, il existe plusieurs types d'enchères dont les plus diffusés sont :

type d'enchères	description
anglaises	enchères ascendantes, publiques
hollandaises	enchères descendantes, publiques
offres scellées au meilleur prix	enchères en un seul tour de parole privées, le vainqueur est celui qui propose le meilleur prix
offres scellées au second meilleur prix (Vickrey)	enchères en un seul tour de parole privées, le vainqueur est celui qui propose le meilleur prix mais ne paie que le second meilleur prix.

Tab II.1 :Descriptions des différentes enchères les plus couramment utilisées

II.8.2.1 L'Enchère anglaise :

Ces enchères sont dites ascendantes [40] car le prix proposé pour le bien mis en vente augmente avec le temps. Elles sont aussi appelées enchères ouvertes, orales ou anglaises. L'initiateur commence l'enchère, d'habitude par l'annonce d'un prix de réservation (Le prix minimal pour lequel il est d'accord pour vendre l'objet.) .Chaque participant annonce publiquement son offre, ce

type d'enchère se déroule en plusieurs tours successifs .Quand aucun participant ne veut plus augmenter son offre, l'enchère s'arrête et le participant ayant fait la plus grande offre gagne.

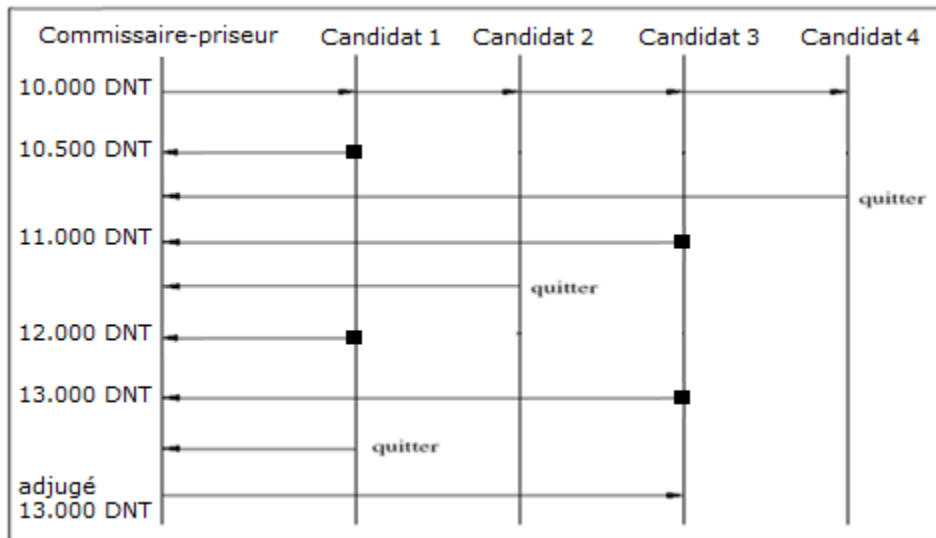


Figure II.3: Le processus de déroulement des enchères ascendantes

II.8.2.2 L'Enchère première offre cachée :

Lors de ces enchères, qui se déroulent sur un seul tour, chaque acheteur propose un prix unique, sans connaître le prix proposé par les autres. Le vainqueur est celui qui a proposé le prix le plus élevé et paie son prix. Comme il n'y a pas de seconde proposition possible, ces enchères ne sont pas une négociation à proprement parler. Le protocole de ces enchères est très simple : le vendeur propose un article à un ensemble d'acheteurs. Ceux-ci peuvent soit accepter la proposition ,auquel cas ils proposent un prix, soit refuser la proposition. Le gagnant de l'enchère est celui qui a proposé le prix le plus élevé (supérieur au prix de réserve). L'une des différences avec les précédentes enchères est qu'il n'y a pas de contreproposition possible [30].

II.8.2.3 L'Enchère Vickery (deuxième-prix offre-cachée) :

Dans ce type d'enchère [39], chaque participant soumet une offre sans savoir les offres des autres, dans un seul tour. Jusqu'à ce moment, le protocole est le même que celui de l'enchère premier prix offre cachée. La différence est que le participant qui a fait l'offre la plus grande gagne mais il doit payer le prix de la deuxième plus grande offre. Ce type d'enchère est le moins répandu dans les enchères entre humains à cause du fait que l'initiateur peut mentir sur le

deuxième prix le plus élevé .Dans les enchères électroniques, on peut imposer une signature digitale à toutes les offres des participants et de cette manière, avoir une possibilité de vérifier le prix à payer.

II.8.2.4 La Double enchère(hollandaise) :

Les participants sont des acheteurs et des vendeurs qui négocient sur un même produit. L'enchère peut démarrer par l'envoi d'une offre ou d'une proposition, les vendeurs envoient des offres qui démarrent avec le plus haut prix puis elles décroissent, et des propositions sont faites par les acheteurs dont les prix évoluent dans le sens inverse des offres [31].

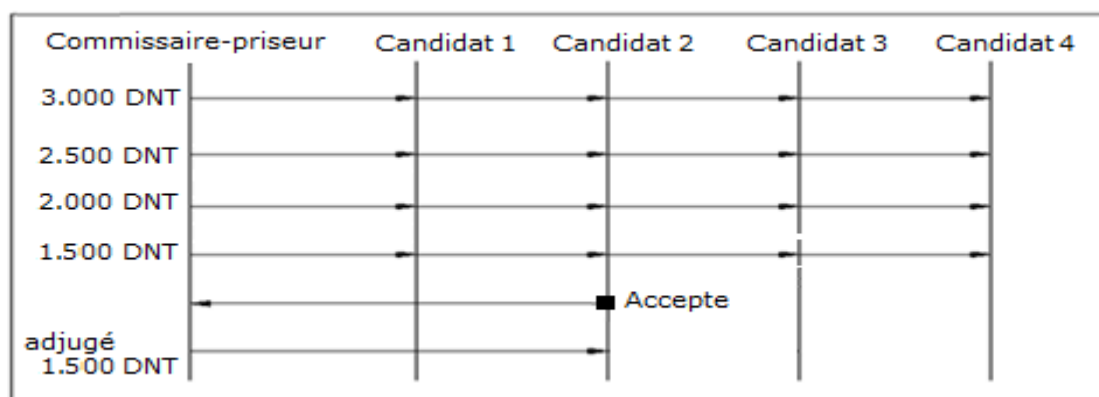


Figure II.4 : Le processus de déroulement des enchères descendantes[30]

II.8.3 Les Systèmes contractuels :

D'après Smith la négociation est un processus caractérisé par trois éléments [41], l'échange d'informations qui se fait de façon bilatérale, l'évaluation de la négociation en tenant compte de sa propre perspective et l'accord final obtenu par sélection mutuelle.

Ce protocole a été développé par Davis et Smith [41] comme modèle de négociation pour la résolution de problèmes distribués. Il met en scène un agent initiateur et un ensemble d'agents contractants (Un agent contractant est celui qui accepte ou refuse le contrat), il passe par quatre phases: L'initiateur ou bien le gestionnaire (Un agent initiateur est celui qui propose le contrat) lance un appel d'offres pour la réalisation d'une tâche, le message est envoyé à tous les agents qu'il estime capables de réaliser cette tâche. A partir de la description de la tâche, les agents participants construisent une proposition qu'ils envoient à l'initiateur. Ce dernier reçoit et évalue les propositions et attribue la tâche au

meilleur contractant. Le contractant auquel la tâche est confiée envoie un message au manager en lui confirmant son intention de l'accomplir.

II.8.4 La Négociation par Argumentation

La négociation à base d'argumentation est utilisée par des agents qui possèdent une base de connaissances avec des prédicats et des règles d'inférence. L'argumentation d'un agent (vendeur) a pour objectif de modifier et influencer les croyances des autres agents (acheteurs) afin qu'ils adoptent le même point de vue et les mêmes croyances [42][43][30].

Le philosophe Michael Gilbert [44] suggère que si nous considérons l'argumentation comme elle se passe entre humains, nous pouvons identifier au moins quatre types différents d'arguments à savoir [45][46] :

- le mode logique.
- le mode émotif.
- le mode viscéral
- le mode kisceral.

Le mode logique d'argumentation ressemble à la preuve mathématique. Il a tendance à être de nature déductive. Par exemple, si vous acceptez que A soit vrai et que A implique B alors vous devez forcément accepter que B soit vrai aussi. Le mode émotif d'argumentation est celui dans lequel l'agent se base sur l'état émotif de l'adversaire dans son élaboration de son argument [47]. Par exemple, un argument de type: « Comment vous sentiriez-vous si cela vous arrivait ? ». Le troisième mode viscéral d'argumentation couvre les aspects physiques et sociaux de l'argument humain. Il est utilisé, par exemple, quand un participant menace l'autre. Le dernier mode d'argumentation est celui du mode kisceral qui fait appel à l'intuition et à la religion dans l'élaboration des arguments [30].

II.8.5 Autres formes de négociation :

Il y a d'autres formes de négociation moins connues du grand public, ces négociations sont tout aussi nombreuses et variées. Parmi ces négociations, on trouve la négociation dans la théorie des jeux, le take it or leave it offer, les négociations multi attributs, les négociations multi-niveaux.

II.8.5.1 Négociation dans la théorie des jeux :

La théorie des jeux définit un modèle d'interactions très général : plusieurs agents interagissent selon des règles, ils ont des centres d'intérêts différents et des capacités de décision différentes. Cette théorie est parfois utilisée dans l'étude des problèmes politiques, militaires et économiques.

Dans la théorie des jeux, le but d'un agent est de faire le meilleur choix compte tenu des règles d'interactions. L'utilité est le seul paramètre considéré par les agents et on suppose que les agents peuvent sélectionner la meilleure stratégie en considérant toutes les stratégies possibles.

Dans ce cas, la négociation consiste à caractériser les préférences de l'agent par rapport à tous les résultats possibles, et par conséquent l'état optimal est nécessairement atteint.

La théorie de jeux représente une discipline à part entière et demanderait des travaux plus approfondis pour évaluer complètement les modèles de négociation qui s'y rapportent. Toutefois, nous donnons quelques éléments d'évaluation.

Ce modèle de négociation présente un inconvénient majeur pour son implémentation : le calcul de la décision peut être élevé en raison des complexités calculatoires (la prise de décision doit être rapide). De plus, le domaine dans lequel évoluent ces agents est un domaine non coopératif : chaque agent prend sa décision de manière à optimiser sa situation sans coordination avec les autres, parfois même à leur détriment [29].

II.8.5.2 Les négociations « A Prendre ou à laisser » (Take it or Leave it):

Cette forme de négociation (Figure II.5) est connue sous le nom anglais de « Take it or Leave it » [48]. Elle consiste à formuler une proposition qui est à prendre ou à laisser par le ou les participants dans un seul tour et sans aucune possibilité de contre-proposition ou de renégociation [30][48].

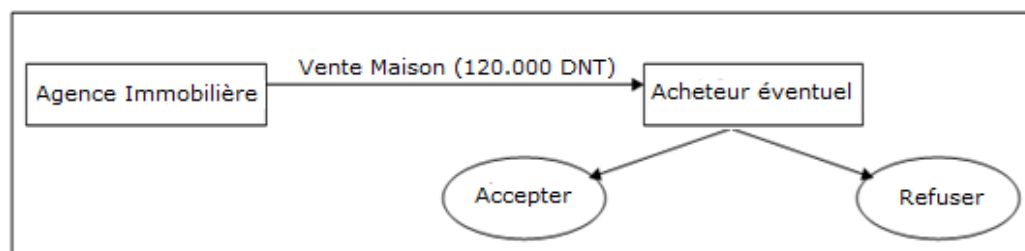


Figure II.5: protocole Take it or Leave it

Dans l'exemple schématisé dans la figure II.5, le protocole de négociation est simple dans son fonctionnement. L'agence immobilière propose de vendre une maison avec un prix ferme égal à 120.000 DNT que l'acheteur éventuel accepte ou refuse.

II.8.5.3 Les négociations multi-attributs :

Les négociations multi-attributs, comme leur nom l'indique, sont des négociations qui impliquent différents attributs devant être négociés. Elles sont directement opposées aux enchères qui n'impliquent qu'un seul attribut : un prix. Cette forme de négociation est cependant très répandue et à la base de nombreuses variantes de négociation.

II.8.5.4 Les négociations multi-niveaux :

C'est un type de négociation où le contrat se décompose en plusieurs "sous-contrats", dépendants les uns des autres. La négociation s'effectue séquentiellement pour chaque sous-contrat, la réussite globale est atteinte lorsque tous les sous-contrats ont été négociés avec succès.

II.9 Caractéristiques de négociation

Une synthèse des modèles de négociation dans les systèmes multi-agents permet de distinguer quelques caractéristiques :

II.9.1 Sur le fonctionnement de la société d'agents :

- un faible nombre d'agents impliqués dans le processus de négociation, généralement deux agents.
- un protocole minimal basé sur des itérations de primitives simples (proposer, évaluer, corriger, accepter, refuser,...) qui se base pour la plupart des modèles sur le Contracta Net Protocol étendu.
- un processus centralisé (un agent négociateur réifié) ou distribué (les agents communiquent directement entre eux).

II.9.2 Sur le fonctionnement interne des agents :

- en fonction du mode centralisé ou décentralisé : on place plus d'intelligence dans les agents ou alors on en concentre plus dans un agent intermédiaire.
- un processus de décision prédéfini qui se base sur des mécanismes tels que la relaxation discrète ou continue le donnant-donnant, le rajout-

suppression de critères pour faire avancer la négociation. Dans tous les cas, les fonctions de décisions utilisées sont prédéfinies. [29]

II.10 Etat de l'art

Les différentes formes de négociations sont étudiées par de nombreux chercheurs du monde entier et différentes plates-formes de négociation ont vu le jour. Dans cette section, nous présentons les principaux travaux en la matière.

II.10.1 Traconet :

Ce projet de Tuomas Sandholm est destiné à résoudre le problème de routage de véhicules (VRP). Pour cela, il propose une extension du Contracta Net qui formalise le processus de décision d'enchérissement et d'attribution de tâches. Cette formalisation se base sur le calcul de coûts marginaux relativement aux critères locaux de l'agent. De cette façon, les agents ayant des critères locaux très différents (basés sur leur propre intérêt), peuvent interagir afin de distribuer les tâches pour que le système global fonctionne plus efficacement.

Dans ce modèle, des agents compétitifs aussi bien que coopératifs peuvent interagir. De plus, le Contracta Net Protocol est étendu afin de permettre, pour un regroupement de tâches, de traiter un grand nombre possible de messages d'annonce et d'enchère et d'effectivement traiter les situations où de nouvelles enchères et attributions se déroulent alors que les résultats des enchères précédentes sont inconnus. Le protocole est vérifié par le système Traconet (TR Ansporation CO operation NET), où les centres de distribution de différentes compagnies coopèrent automatiquement pour le routage de véhicules.

L'implémentation est asynchrone et distribuée et elle procure aux agents une autonomie étendue. Comme le Contracta Net, Traconet permet de réaliser une négociation de 1 vers n agents [30].

II.10.2 Kasbah :

Kasbah Kasbah développé au MIT Lab par Maes est un système dans lequel des agents négocient la vente et l'achat de produits sur Internet. Dans ce système, des agents de type vendeur et acheteur sont créés pour représenter les acheteurs et les vendeurs, et diverses informations sont associées à leur

création (produits concernés, prix désirés, date d'expiration, etc.). La négociation est de cardinalité (1-N) et fait intervenir un vendeur et plusieurs acheteurs après que ces derniers aient été mis en correspondance par un système similaire aux annonces. Elle se déroule selon plusieurs tours de sorte que le vendeur puisse comparer les propositions d'achat successives des acheteurs. Trois stratégies de négociation différentes prédéfinies anxieuse, enthousiaste et frugale peuvent être utilisées pour paramétrer les agents acheteurs. Elles correspondent respectivement à des fonctions linéaires, quadratiques et exponentielles leur permettant de guider leurs offres successives. Négociation dans les systèmes multi-agents a été initié pour étendre les capacités de Kasbah en intégrant la négociation multicritères, l'inclusion de garanties et de délais de livraison ainsi que d'autres aspects liés aux qualités des transactions. [30].

II.10. 3 AuctionBot :

AuctionBot est une autre infrastructure développée à l'Université de Michigan, qui propose un serveur d'enchères. Elle permet aux agents de participer à divers types d'enchères (anglaise, hollandaise, Vickrey,...). Les agents débute les enchères dans le système jusqu'à ce que l'enchère soit fermée puis rendent compte des résultats à leurs mandants. Du point de vue de l'implémentation de la négociation, ce système est dédié aux enchères et les allocations des enchères sont réalisées par le serveur en fonction d'un ensemble de règles bien défini. Il n'y a donc pas réellement de communication pour parvenir à un accord [30].

II.10.4 Le projet ADEPT :

Le projet ADEPT (Advanced Decision Environment for Process Tasks) de Nick Jennings et al., recherche à la fois la technologie et les méthodes nécessaires à l'amélioration de la manière de recueillir des informations, de les gérer, de les distribuer et de les présenter aux personnes, dans des fonctions et des opérations clés de l'entreprise. Ce projet crée un Environnement d'Information Concourant, qui doit fournir un support pour la création d'accords, la négociation et la gestion de conflits. Ce projet comprend donc un module de négociation de services.

La communication entre les agents s'effectue selon le modèle générique de négociation de services/d'informations qui a été développé. Il est important que ce modèle doive s'appliquer aussi bien aux requêtes de service explicites qu'au plus général et implicite service d'exigence de trouver, localiser et gérer les informations au sein d'une entreprise. Ce modèle a été développé dans un ensemble de primitives spécifiques qui pourraient être utilisées comme une base pour explorer plus finement la nature précise de la sémantique de la négociation [30].

II.10.5 Fishmarket :

Fishmarket est un autre système d'enchères électroniques conçue dans le milieu académique. Les enchères sont inspirées des marchés de vente de poissons espagnols dans lequel les propositions décroissent (enchères de type hollandaise). La particularité de ce système est que des agents mandatés peuvent être amenés à négocier avec des utilisateurs humains directement au travers d'applets Java [30].

II.10.6 Magnet :

Le système Magnet (Multi AGent Negotiation Testbed en anglais) a été conçu à l'Université du Minnesota pour pallier l'absence d'architectures permettant de prendre en compte divers protocoles de négociation. Pour cela, le système Magnet propose de prendre en compte une grande variété de négociation de l'achat/vente de biens à la négociation de contrats complexes entre agents. En particulier, le but est de proposer une architecture généralisée qui fournit un support pour les transactions commerciales de type B2B (business-to-business). Les agents négocient et surveillent l'exécution des contrats commerciaux qui les lient aux différents fournisseurs. Chaque agent est une entité indépendante possédant sa propre structure, ses buts et ses ressources. Toutefois, les ressources dont disposent les agents ne sont, généralement, pas suffisantes pour l'accomplissement de leurs buts. Ainsi, la négociation porte à la fois sur la réalisation de services et sur les ressources nécessaires à la réalisation de leurs buts. Dans la négociation, les rôles de clients et de fournisseurs sont distingués, la négociation porte essentiellement sur le prix des objets et incluent d'autres éléments (pénalités, dates limite de réception des offres, de notification des réponses,...) et le protocole de

négociation entre clients et fournisseurs fonctionne selon les mécanismes d'appel d'offres et de façon très proche du Contracta-Net Protocol. Ainsi, les contributions du système reposent davantage sur la définition générale d'une architecture de marché que sur le moteur de négociation lui-même. Les éléments importants du marché incluent une ontologie spécifique, des définitions de types de protocoles de négociation supportés, un registre de clients ainsi que des mécanismes pour gérer les transactions (intermédiaire explicite qui contrôle les engagements, sessions, protection contre la fraude,...)[30].

II.10.7 SilkRoad :

Le projet SilkRoad, développé au Laboratoire d'IBM Zürich, se concentre aussi sur les négociations commerciales. Ce système a pour but de faciliter la négociation dans un contexte e-business en proposant une méthodologie spécifique de conception et une architecture générique. Pour réaliser cela, le système s'appuie sur un système permettant de découvrir les articles disponibles et de mettre en correspondance, par appariement, différents articles par la donnée des contraintes sur leurs attributs.

Par la suite, le système de négociation agit comme un intermédiaire entre toutes les parties de la négociation (agents logiciels ou humains). L'ensemble des règles de communication et des stratégies de négociation est complètement intégré et définit dans cet intermédiaire [30].

II.10.8 GNP(Generic Negotiation Platform en anglais) :

Proposée à l'Université de Montréal, se place aussi dans le cadre des enchères électroniques. La négociation entre les agents s'effectue au travers d'un service de négociation qui permet d'apparier les demandes et les offres des acheteurs/vendeurs, et de fixer les prix. Dans le GNP, des acteurs et de rôles sont définis (lecteur, annonceur, négociateur, administrateur), les règles de la négociation sont décrits séparément dans des documents et la négociation se déroule par envoi de documents (XML, HTML). D'autres travaux de Bartolini et al. ont aussi conduit à l'élaboration d'une plate-forme générique de négociation automatisée. L'objectif de ces travaux est d'offrir une alternative au développement usuel de protocoles dédiés à certaines applications cibles en proposant un protocole d'interaction simple, potentiellement utilisables dans

différentes circonstances. Pour cela, il introduit avantageusement différentes règles de négociation qui peuvent être utilisées pour paramétrer la plateforme et ainsi implémenter des mécanismes de négociation différents. Ainsi, au cours de la négociation, les participants échangent des propositions qui doivent être valides en spécifiant certains paramètres de la négociation (type de produit, prix, date de livraison,...) et respecter les règles de la négociation (participants autorisés à proposer, validité des propositions par rapport à l'état courant de la négociation,...). Ces propositions sont converties en accord dès qu'un accord est formé et la négociation se termine selon les règles de terminaison spécifiées. Deux rôles sont aussi introduits dans cette plate-forme, les participants qui veulent aboutir à un accord et postent leurs différentes propositions, et l'hôte de la négociation, qui peut être éventuellement un participant, chargé de faire gérer la négociation : création et surveillance des règles de la négociation, exécution de la négociation, résolution de l'accord et finalisation de la négociation. Une implémentation de cette plate-forme a été réalisée avec le système Jade et des envois de messages au format FIPA-ACL [30].

II.10.9 Zeus :

Zeus est une boîte à outils pour la programmation d'agents. Il ne se concentre pas sur un type d'application en particulier mais propose davantage un ensemble d'outils et de bibliothèques Java, permettant de développer des agents dans une large variété de problèmes. L'architecture de Zeus se décompose en trois couches : la couche de définition permettant de définir le fonctionnement interne des agents (compétences, rationalité, ressources, croyances,...), celle d'organisation qui considère les relations entre les agents (connaissance d'autres agents, capacités des autres agents connues), et la couche de coordination qui permet de considérer les interactions des agents, en particulier en terme de coordination et de négociation [30].

II.10.10 GeNCA :

Le modèle GeNCA propose une API Java permettant l'implémentation de systèmes de négociation génériques. Ainsi, à partir d'une étude des systèmes de négociation existants, le modèle générique de négociation réifie certains éléments de base (ressources, personnes négociantes, actes de langages minimaux pour une négociation) et structure le modèle générique selon les

trois niveaux de communication, de négociation et de stratégie. La couche de communication définit entre autres le support des communications et les types et formats des messages, la couche de négociation introduit entre autres les contrats et le négociateur, et enfin la couche de stratégie pour mettre en œuvre le raisonnement des négociants. Dans GeNCA, le niveau communication permet d'abstraire le processus de communication et n'est pas imposé. En effet, elle peut, par exemple, s'appuyer sur une plate-forme à agents et ainsi utiliser le support de communication de celle-ci ou alors, être réalisée par communication de processus ou échanges d'email. Les communications peuvent se faire soit entre les agents, soit entre les agents et le serveur de noms dans le but de regrouper des agents intéressés par une négociation. Cela induit ainsi deux types de messages destinés à représenter les échanges avec le serveur ou entre les agents. Enfin, les messages de négociation définissent un émetteur, une primitive, des éventuels paramètres ainsi que l'identifiant et l'état de la négociation. Le niveau de négociation distingue les objets permettant de **(i)** décrire la négociation (ressources négociés, contrats engagés), **(ii)** gérer la dynamique de la négociation (négociateur, micro-agents) et **(iii)** mémoriser les négociations passées pour, par exemple, établir des statistiques de succès ou de rétractation par couple (participant, ressource). Dans ce modèle, une ressource décrit ce que chaque agent tente d'obtenir et les contrats sont créés à l'initialisation des négociations et encapsulent les ressources à négocier, l'identifiant de l'initiateur, un délai de réponse et une réponse par défaut. Enfin, les propriétés du contrat décrivent certains aspects du déroulement de la négociation (accords minimaux pour conclure un contrat, participants impliqués, nb de renégociations autorisées,...). Au niveau du déroulement de la négociation, un négociateur gère toutes les négociations d'un agent donné, il connaît tous les contrats initiés, leurs propriétés et leurs résultats. Chaque agent négociateur est constitué de micro-agents, chacun étant purement réactif et responsable de la négociation d'un contrat donné. Ces micro-agents représentent ainsi soit l'initiateur, soit un participant et ils interagissent entre eux avec une stratégie qui leur a été attribuée. Enfin, le niveau stratégie s'appuie sur deux interfaces définissant l'ensemble des fonctions qui permettent la prise de décision. Ainsi, l'initiateur peut réagir à la

réception d'un message d'acceptation, à la réception d'une (ou de toutes les) modification(s) et peut élaborer une décision à partir de toutes les réponses reçues. Les participants, quant à eux, peuvent réagir à la réception d'un contrat et proposent à l'initiateur une modification du contrat. Le modèle GeNCA intègre une implémentation, par défaut, pour chacune de ces interfaces de stratégie, néanmoins pour des applications spécifiques, le développeur peut implémenter de nouvelles stratégies [30].

II.11 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une présentation générale sur la théorie de négociation qui utilisée comme un mécanisme de résolution des conflits , nous avons concentré sur les différents types de négociation, tel que les systèmes de vote, les enchères, la négociation par argumentation, ... etc. une attention particulière est réservée à la description des systèmes enchères, ainsi que un état de l'art sur les principaux travaux en la matière de négociation.

II.1 Introduction

La négociation a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs dans des domaines aussi variés que la psychologie sociale, la théorie du choix social, l'économie, la théorie organisationnelle, et l'intelligence artificielle distribuée.

A l'heure actuelle, la négociation dans les SMA fait l'objet de très nombreux travaux où il ressort un certain nombre de points commun sur lesquels il faut aujourd'hui s'appuyer. Pour modéliser la négociation dans ce genre de système, il faut alors prendre en compte un certain nombre d'aspects tel que le langage de la négociation utilisé par les agents pour échanger des informations pendant la négociation, le protocole de négociation qui est l'ensemble des règles qui régit la négociation, l'objet de la négociation qui comprend les attributs qu'on veut négocier et la stratégie que l'agent utilise pour prendre des décisions pendant la négociation elle permet de déterminer par exemple quelle primitive de négociation l'agent doit choisir à un certain moment. Un état de l'art relatif aux différents travaux menés dans ce sens est proposé dans ce chapitre.

II.2 Définitions

- Selon Muller [23] "Negotiation is the communication process of a group of agents in order to reach a mutually accepted agreement on some matter"
- La négociation nécessite l'intervention d'au moins deux parties [24][25]. Chaque partie tend à satisfaire ses propres besoins ainsi que ses propres objectifs, ce qui peut provoquer des conflits d'intérêts [26]. La négociation a pour rôle de résoudre ces conflits et d'aboutir à un compromis qui satisfait partiellement les objectifs des intervenants [27].
- La négociation est un processus grâce auquel plusieurs parties aboutissent à une décision commune. Les parties verbalisent en premier lieu leurs demandes et convergent vers un accord par une succession de concessions ou une recherche de nouvelles alternatives [28].

Tous les chercheurs s'accordent sur la finalité de la négociation, à savoir l'aboutissement à un accord commun satisfaisant.

II.3 Les composants d'une négociation

Pour modéliser la négociation dans un SMA, on prend généralement en compte les aspects suivants :

- Le langage de négociation (fonctionnement de la société d'agents) : composé d'un ensemble de primitives de communication, il précise la manière dont les agents communiquent.
- Le protocole de négociation (fonctionnement de la société d'agents) : c'est l'ensemble des règles qui régit la négociation (e.g propositions légales, états de la négociation).
- Les objets de négociation : c'est sur ces objets que se porte la négociation (e.g prix, délai, temps de réponse) ;
- Le processus de décision (fonctionnement de l'agent) : c'est lui qui oriente la stratégie de l'agent au cours de la négociation. C'est le cœur de fonctionnement et l'intelligence de la négociation. La stratégie peut être entièrement définie et immuable, ou alors mutable en fonction des stratégies des autres (observation, supposition).

La cardinalité des participants de la négociation peut aussi varier : négociation un-à-un ,négociation un-a-plusieurs, négociation plusieurs-à-plusieurs [29].

II.4 Le protocole de négociation

Chaque forme de négociation possède son propre protocole, qui définit le déroulement du processus de négociation, c'est-à-dire les actes de langage utilisés et leur séquencement [30].

Huget propose la définition suivant « Un protocole est un ensemble de règles qui guident l'interaction entre plusieurs agents... » [31].

Un protocole de négociation doit ordonner le type des messages dans le déroulement d'une négociation. Von Martial (1992) donne trois composants nécessaires à un protocole :

- Les états dans lesquels peut se trouver une conversation.
- Les types de message qui peuvent être échangés.
- Les règles de la conversation qui spécifient les types de message qu'un agent peut envoyer suivant l'état de la conversation [32].

Dans la grande majorité des cas, le protocole utilisé se base sur le Contracta Net Protocol étendu. C'est un protocole simple, qui se base sur des itérations de primitives simples et qui est suffisamment général pour rester indépendant de la stratégie de négociation des agents et rester indépendant de l'application [29].

II.5 Le processus de négociation

Le processus de négociation permet de trouver un arrangement et un profit mutuel pour tous les agents négociateurs [31][32]. La Figure II.1 décrit le processus de négociation [25].

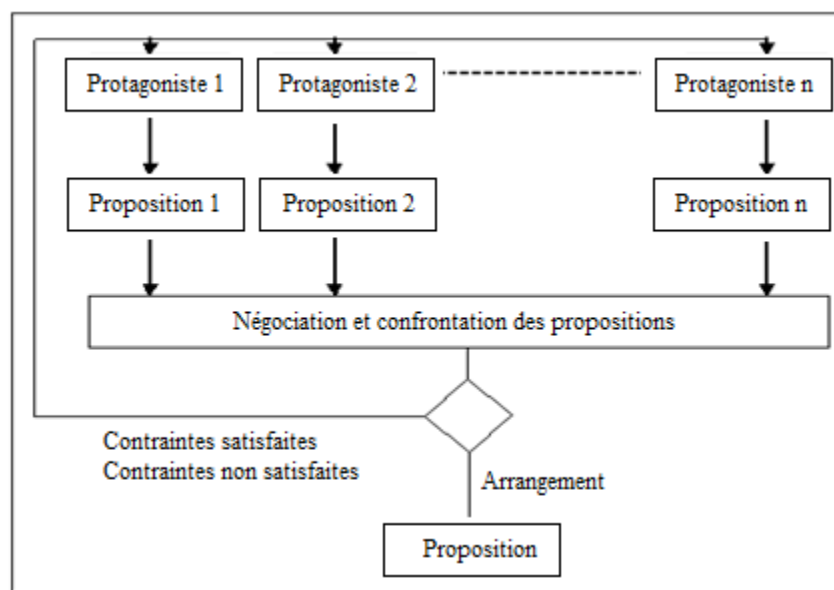


Figure II.1 : Le Processus de négociation [25]

Dans la Figure II.1, chaque protagoniste envoie sa proposition à l'initiateur concernant l'exécution d'une même tâche donnée. Le processus de négociation commence dès la réception de toutes les propositions. Si l'une de ces propositions répond aux objectifs de toutes les parties négociatrices, il y aura un arrangement et la négociation sera terminée. Dans le cas contraire, les contraintes satisfaites et non satisfaites seront envoyées aux négociateurs afin de reformuler de nouvelles propositions. Le processus de négociation se répète jusqu'à ce qu'un arrangement mutuel acceptable soit atteint. En absence d'un arrangement, l'initiateur arrête la négociation par un échec [33][34].

II.6 La cardinalité de la négociation

La cardinalité de la négociation est une notion importante pour les SMA. Il s'agit de savoir combien d'agents négocient entre eux. Différents types de cardinalité de négociation existent [30].

- négociation un-à-un: un agent négocie avec un autre, par exemple dans le cas où on essaie de négocier le prix d'achat d'une maison avec le représentant d'une agence immobilière.
- négociation un-à-plusieurs: un seul agent négocie avec plusieurs autres agents, par exemple les enchères où un agent veut vendre un objet.
- négociation plusieurs-à-plusieurs: plusieurs agents négocient avec plusieurs d'autres agents en même temps, par exemple les participants à des enchères électroniques comme celles organisées par eBay [35].

II.7 Les types de négociation

Il existe trois types de négociation : la négociation centralisée, la négociation distribuée et la négociation intégrative [36].

II.7.1 La négociation centralisée : (Figure II.2)

Est un processus itératif dans lequel une troisième partie négociatrice (Arbitre), qu'on appelle « neutre » [37], supervise et détecte les conflits entre les autres parties négociatrices (Agents en conflits). L'objectif de la négociation centralisée est de favoriser le dialogue entre les parties adverses pour analyser le problème et les facteurs qui alimentent le conflit [37][33].

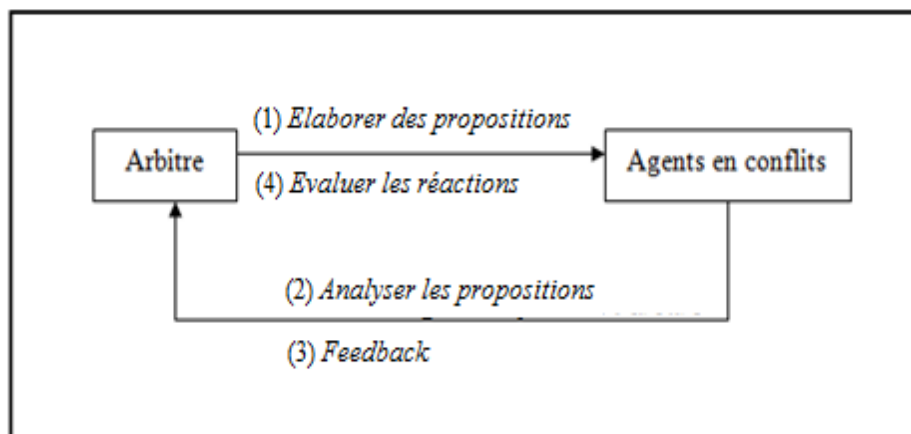


Figure II.2 : La négociation centralisée[LC, 04]

II.7.2 La négociation intégrative (coopérative ou concentrative) : [35]

Les négociateurs collaborent entre eux afin d'aboutir à un accord qui donne satisfaction à chacun. Il y aura donc une recherche de solution constructive.

II.7.3 La négociation distributive (conflictuelle ou compétitive) :

Chaque protagoniste cherche à être le gagnant de l'échange. Chacun campe sur ses positions et la négociation devient une confrontation [32].

Dans cette situation, l'objectif de chacun des agents est de maximiser ses propres gains et la négociation devient ainsi une compétition où le plus fort l'emporte sur le plus faible [33]. Ce type de négociation est appliqué dans les chaînes logistiques où l'objectif principal à atteindre représente l'objectif global de la chaîne logistique.[26][38]

II.8 Les Différentes formes de la négociation

Les différentes formes de la négociation peuvent être regroupées en quatre familles [30] :

- La première famille est celle des systèmes de vote qui permettent de choisir une solution parmi plusieurs alternatives.
- La deuxième famille concerne les enchères dont les principaux types sont l'enchère anglaise, l'enchère hollandaise et l'enchère Vikrey[39].
- La troisième famille est celle des systèmes contractuels dont le plus utilisé est le Contracta net Protocole.
- La dernière famille est celle des protocoles d'argumentation.

II.8.1 Les Systèmes de vote :

Les systèmes de vote sont utilisés pour élire une alternative parmi les différentes alternatives possibles. Les plus simples concernent un choix entre une alternative et le statu quo.

Cela revient à proposer l'alternative et à recueillir les votes pour et les votes contre cette alternative. Les systèmes plus complexes impliquent un nombre d'alternatives supérieur à deux, les votants devant alors choisir l'alternative qu'ils préfèrent. Le terme de choix social est utilisé afin de représenter l'alternative qui satisfait au mieux la population. Dans ce qui suit, nous considérons le problème suivant : soit un ensemble A de n alternatives dénotées a, b, c, etc. et un ensemble P de personnes (de votants) dénotées p1,

p2, p3, etc. Chaque personne p de l'ensemble P classe obligatoirement toutes les alternatives sous la forme d'une liste selon ses préférences.

Nous supposons qu'il n'y a pas d'égalité au sein de ces listes. Nous représentons ces listes de manière verticale depuis les alternatives les plus préférées en haut de la liste jusqu'aux moins préférées en bas de la liste [30].

II.8.2 Les Systèmes d'enchères :

Une enchère permet à des personnes ou à des entreprises de vendre leurs biens ou à solliciter des services au meilleur prix possible. Avec l'explosion du commerce électronique les enchères sont devenu un mécanisme d'achat et de vente à grande échelle. Une enchère comprend, d'habitude, un initiateur et plusieurs participants. Parfois, l'objet peut être une combinaison d'autres objets ou un objet avec plusieurs attributs. L'initiateur veut vendre l'objet au prix le plus élevé possible et les participants veulent l'acheter au plus petit prix possible, il existe plusieurs types d'enchères dont les plus diffusés sont :

type d'enchères	description
anglaises	enchères ascendantes, publiques
hollandaises	enchères descendantes, publiques
offres scellées au meilleur prix	enchères en un seul tour de parole privées, le vainqueur est celui qui propose le meilleur prix
offres scellées au second meilleur prix (Vickrey)	enchères en un seul tour de parole privées, le vainqueur est celui qui propose le meilleur prix mais ne paie que le second meilleur prix.

Tab II.1 :Descriptions des différentes enchères les plus couramment utilisées

II.8.2.1 L'Enchère anglaise :

Ces enchères sont dites ascendantes [40]car le prix proposé pour le bien mis en vente augmente avec le temps. Elles sont aussi appelées enchères ouvertes, orales ou anglaises L'initiateur commence l'enchère, d'habitude par l'annonce d'un prix de réservation(Le prix minimal pour lequel il est d'accord pour vendre l'objet.) .Chaque participant annonce publiquement son offre, ce

type d'enchère se déroule en plusieurs tours successifs. Quand aucun participant ne veut plus augmenter son offre, l'enchère s'arrête et le participant ayant fait la plus grande offre gagne.

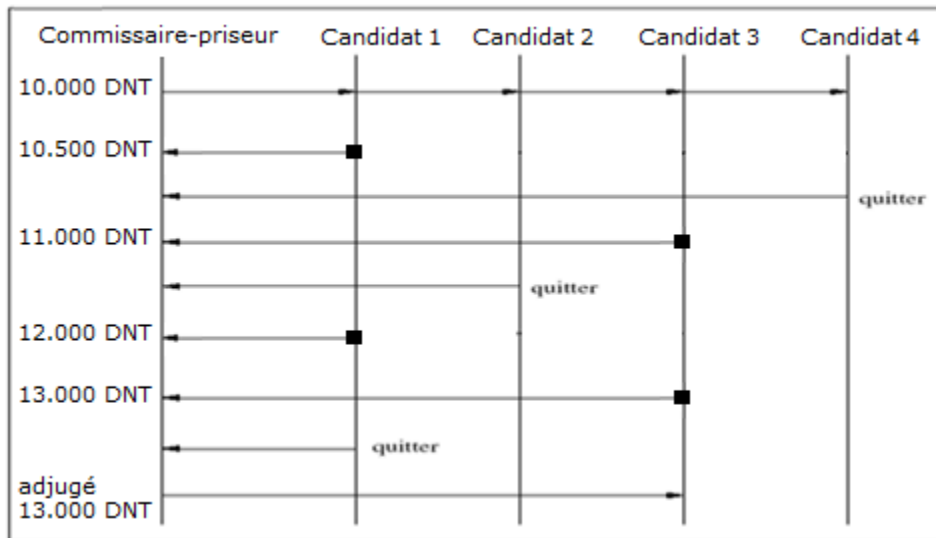


Figure II.3: Le processus de déroulement des enchères ascendantes

II.8.2.2 L'Enchère première offre cachée :

Lors de ces enchères, qui se déroulent sur un seul tour, chaque acheteur propose un prix unique, sans connaître le prix proposé par les autres. Le vainqueur est celui qui a proposé le prix le plus élevé et paie son prix. Comme il n'y a pas de seconde proposition possible, ces enchères ne sont pas une négociation à proprement parler. Le protocole de ces enchères est très simple : le vendeur propose un article à un ensemble d'acheteurs. Ceux-ci peuvent soit accepter la proposition, auquel cas ils proposent un prix, soit refuser la proposition. Le gagnant de l'enchère est celui qui a proposé le prix le plus élevé (supérieur au prix de réserve). L'une des différences avec les précédentes enchères est qu'il n'y a pas de contreproposition possible [30].

II.8.2.3 L'Enchère Vickery (deuxième-prix offre-cachée) :

Dans ce type d'enchère [39], chaque participant soumet une offre sans savoir les offres des autres, dans un seul tour. Jusqu'à ce moment, le protocole est le même que celui de l'enchère premier prix offre cachée. La différence est que le participant qui a fait l'offre la plus grande gagne mais il doit payer le prix de la deuxième plus grande offre. Ce type d'enchère est le moins répandu dans les enchères entre humains à cause du fait que l'initiateur peut mentir sur le

deuxième prix le plus élevé .Dans les enchères électroniques, on peut imposer une signature digitale à toutes les offres des participants et de cette manière, avoir une possibilité de vérifier le prix à payer.

II.8.2.4 La Double enchère(hollandaise) :

Les participants sont des acheteurs et des vendeurs qui négocient sur un même produit. L'enchère peut démarrer par l'envoi d'une offre ou d'une proposition, les vendeurs envoient des offres qui démarrent avec le plus haut prix puis elles décroissent, et des propositions sont faites par les acheteurs dont les prix évoluent dans le sens inverse des offres [31].

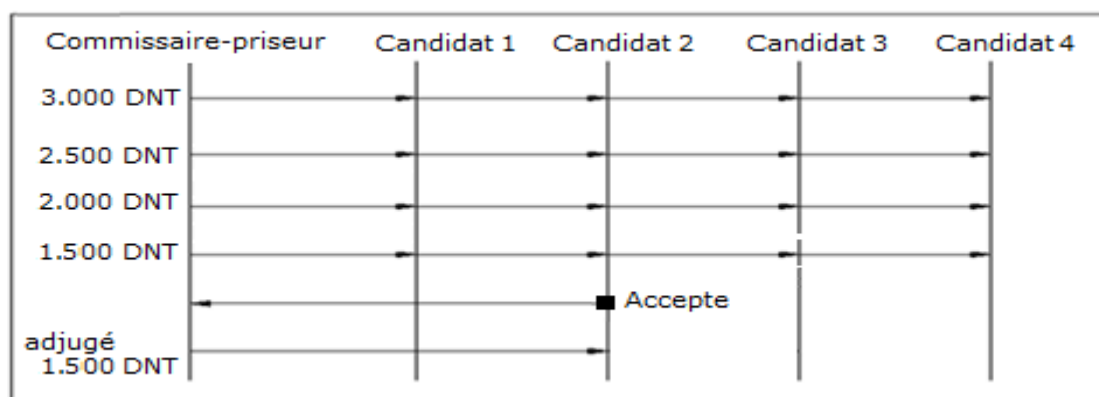


Figure II.4 : Le processus de déroulement des enchères descendantes[30]

II.8.3 Les Systèmes contractuels :

D'après Smith la négociation est un processus caractérisé par trois éléments [41], l'échange d'informations qui se fait de façon bilatérale, l'évaluation de la négociation en tenant compte de sa propre perspective et l'accord final obtenu par sélection mutuelle.

Ce protocole a été développé par Davis et Smith [41] comme modèle de négociation pour la résolution de problèmes distribués. Il met en scène un agent initiateur et un ensemble d'agents contractants (Un agent contractant est celui qui accepte ou refuse le contrat), il passe par quatre phases: L'initiateur ou bien le gestionnaire (Un agent initiateur est celui qui propose le contrat) lance un appel d'offres pour la réalisation d'une tâche, le message est envoyé à tous les agents qu'il estime capables de réaliser cette tâche. A partir de la description de la tâche, les agents participants construisent une proposition qu'ils envoient à l'initiateur. Ce dernier reçoit et évalue les propositions et attribue la tâche au

meilleur contractant. Le contractant auquel la tâche est confiée envoie un message au manager en lui confirmant son intention de l'accomplir.

II.8.4 La Négociation par Argumentation

La négociation à base d'argumentation est utilisée par des agents qui possèdent une base de connaissances avec des prédicats et des règles d'inférence. L'argumentation d'un agent (vendeur) a pour objectif de modifier et influencer les croyances des autres agents (acheteurs) afin qu'ils adoptent le même point de vue et les mêmes croyances [42][43][30].

Le philosophe Michael Gilbert [44] suggère que si nous considérons l'argumentation comme elle se passe entre humains, nous pouvons identifier au moins quatre types différents d'arguments à savoir [45][46] :

- le mode logique.
- le mode émotif.
- le mode viscéral
- le mode kisceral.

Le mode logique d'argumentation ressemble à la preuve mathématique. Il a tendance à être de nature déductive. Par exemple, si vous acceptez que A soit vrai et que A implique B alors vous devez forcément accepter que B soit vrai aussi. Le mode émotif d'argumentation est celui dans lequel l'agent se base sur l'état émotif de l'adversaire dans son élaboration de son argument [47]. Par exemple, un argument de type: « Comment vous sentiriez-vous si cela vous arrivait ? ». Le troisième mode viscéral d'argumentation couvre les aspects physiques et sociaux de l'argument humain. Il est utilisé, par exemple, quand un participant menace l'autre. Le dernier mode d'argumentation est celui du mode kisceral qui fait appel à l'intuition et à la religion dans l'élaboration des arguments [30].

II.8.5 Autres formes de négociation :

Il y a d'autres formes de négociation moins connues du grand public, ces négociations sont tout aussi nombreuses et variées. Parmi ces négociations, on trouve la négociation dans la théorie des jeux, le take it or leave it offer, les négociations multi attributs, les négociations multi-niveaux.

II.8.5.1 Négociation dans la théorie des jeux :

La théorie des jeux définit un modèle d'interactions très général : plusieurs agents interagissent selon des règles, ils ont des centres d'intérêts différents et des capacités de décision différentes. Cette théorie est parfois utilisée dans l'étude des problèmes politiques, militaires et économiques.

Dans la théorie des jeux, le but d'un agent est de faire le meilleur choix compte tenu des règles d'interactions. L'utilité est le seul paramètre considéré par les agents et on suppose que les agents peuvent sélectionner la meilleure stratégie en considérant toutes les stratégies possibles.

Dans ce cas, la négociation consiste à caractériser les préférences de l'agent par rapport à tous les résultats possibles, et par conséquent l'état optimal est nécessairement atteint.

La théorie de jeux représente une discipline à part entière et demanderait des travaux plus approfondis pour évaluer complètement les modèles de négociation qui s'y rapportent. Toutefois, nous donnons quelques éléments d'évaluation.

Ce modèle de négociation présente un inconvénient majeur pour son implémentation : le calcul de la décision peut être élevé en raison des complexités calculatoires (la prise de décision doit être rapide). De plus, le domaine dans lequel évoluent ces agents est un domaine non coopératif : chaque agent prend sa décision de manière à optimiser sa situation sans coordination avec les autres, parfois même à leur détriment [29].

II.8.5.2 Les négociations « A Prendre ou à laisser » (Take it or Leave it):

Cette forme de négociation (Figure II.5) est connue sous le nom anglais de « Take it or Leave it » [48]. Elle consiste à formuler une proposition qui est à prendre ou à laisser par le ou les participants dans un seul tour et sans aucune possibilité de contre-proposition ou de renégociation [30][48].

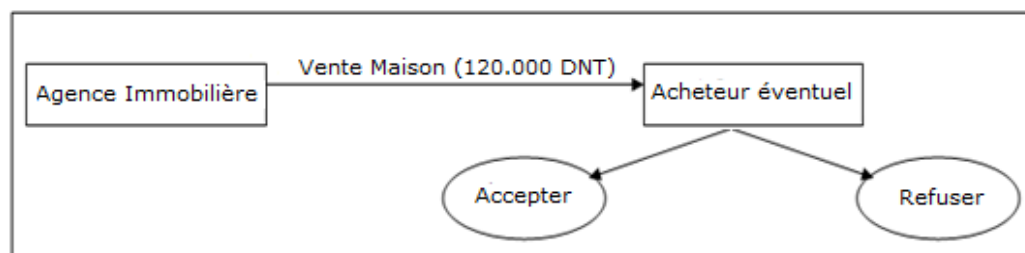


Figure II.5: protocole Take it or Leave it

Dans l'exemple schématisé dans la figure II.5, le protocole de négociation est simple dans son fonctionnement. L'agence immobilière propose de vendre une maison avec un prix ferme égal à 120.000 DNT que l'acheteur éventuel accepte ou refuse.

II.8.5.3 Les négociations multi-attributs :

Les négociations multi-attributs, comme leur nom l'indique, sont des négociations qui impliquent différents attributs devant être négociés. Elles sont directement opposées aux enchères qui n'impliquent qu'un seul attribut : un prix. Cette forme de négociation est cependant très répandue et à la base de nombreuses variantes de négociation.

II.8.5.4 Les négociations multi-niveaux :

C'est un type de négociation où le contrat se décompose en plusieurs "sous-contrats", dépendants les uns des autres. La négociation s'effectue séquentiellement pour chaque sous-contrat, la réussite globale est atteinte lorsque tous les sous-contrats ont été négociés avec succès.

II.9 Caractéristiques de négociation

Une synthèse des modèles de négociation dans les systèmes multi-agents permet de distinguer quelques caractéristiques :

II.9.1 Sur le fonctionnement de la société d'agents :

- un faible nombre d'agents impliqués dans le processus de négociation, généralement deux agents.
- un protocole minimal basé sur des itérations de primitives simples (proposer, évaluer, corriger, accepter, refuser,...) qui se base pour la plupart des modèles sur le Contracta Net Protocol étendu.
- un processus centralisé (un agent négociateur réifié) ou distribué (les agents communiquent directement entre eux).

II.9.2 Sur le fonctionnement interne des agents :

- en fonction du mode centralisé ou décentralisé : on place plus d'intelligence dans les agents ou alors on en concentre plus dans un agent intermédiaire.
- un processus de décision prédéfini qui se base sur des mécanismes tels que la relaxation discrète ou continue le donnant-donnant, le rajout-

suppression de critères pour faire avancer la négociation. Dans tous les cas, les fonctions de décisions utilisées sont prédéfinies. [29]

II.10 Etat de l'art

Les différentes formes de négociations sont étudiées par de nombreux chercheurs du monde entier et différentes plates-formes de négociation ont vu le jour. Dans cette section, nous présentons les principaux travaux en la matière.

II.10.1 Traconet :

Ce projet de Tuomas Sandholm est destiné à résoudre le problème de routage de véhicules (VRP). Pour cela, il propose une extension du Contracta Net qui formalise le processus de décision d'enchérissement et d'attribution de tâches. Cette formalisation se base sur le calcul de coûts marginaux relativement aux critères locaux de l'agent. De cette façon, les agents ayant des critères locaux très différents (basés sur leur propre intérêt), peuvent interagir afin de distribuer les tâches pour que le système global fonctionne plus efficacement.

Dans ce modèle, des agents compétitifs aussi bien que coopératifs peuvent interagir. De plus, le Contracta Net Protocol est étendu afin de permettre, pour un regroupement de tâches, de traiter un grand nombre possible de messages d'annonce et d'enchère et d'effectivement traiter les situations où de nouvelles enchères et attributions se déroulent alors que les résultats des enchères précédentes sont inconnus. Le protocole est vérifié par le système Traconet (Transportation CO operation NET), où les centres de distribution de différentes compagnies coopèrent automatiquement pour le routage de véhicules.

L'implémentation est asynchrone et distribuée et elle procure aux agents une autonomie étendue. Comme le Contracta Net, Traconet permet de réaliser une négociation de 1 vers n agents [30].

II.10.2 Kasbah :

Kasbah développé au MIT Lab par Maes est un système dans lequel des agents négocient la vente et l'achat de produits sur Internet. Dans ce système, des agents de type vendeur et acheteur sont créés pour représenter les acheteurs et les vendeurs, et diverses informations sont associées à leur

création (produits concernés, prix désirés, date d'expiration, etc.). La négociation est de cardinalité (1-N) et fait intervenir un vendeur et plusieurs acheteurs après que ces derniers aient été mis en correspondance par un système similaire aux annonces. Elle se déroule selon plusieurs tours de sorte que le vendeur puisse comparer les propositions d'achat successives des acheteurs. Trois stratégies de négociation différentes prédéfinies anxieuse, enthousiaste et frugale peuvent être utilisées pour paramétrer les agents acheteurs. Elles correspondent respectivement à des fonctions linéaires, quadratiques et exponentielles leur permettant de guider leurs offres successives. Négociation dans les systèmes multi-agents a été initié pour étendre les capacités de Kasbah en intégrant la négociation multicritères, l'inclusion de garanties et de délais de livraison ainsi que d'autres aspects liés aux qualités des transactions. [30].

II.10. 3 AuctionBot :

AuctionBot est une autre infrastructure développée à l'Université de Michigan, qui propose un serveur d'enchères. Elle permet aux agents de participer à divers types d'enchères (anglaise, hollandaise, Vickrey,...). Les agents débute les enchères dans le système jusqu'à ce que l'enchère soit fermée puis rendent compte des résultats à leurs mandants. Du point de vue de l'implémentation de la négociation, ce système est dédié aux enchères et les allocations des enchères sont réalisées par le serveur en fonction d'un ensemble de règles bien défini. Il n'y a donc pas réellement de communication pour parvenir à un accord [30].

II.10.4 Le projet ADEPT :

Le projet ADEPT (Advanced Decision Environment for Process Tasks) de Nick Jennings et al., recherche à la fois la technologie et les méthodes nécessaires à l'amélioration de la manière de recueillir des informations, de les gérer, de les distribuer et de les présenter aux personnes, dans des fonctions et des opérations clés de l'entreprise. Ce projet crée un Environnement d'Information Concourant, qui doit fournir un support pour la création d'accords, la négociation et la gestion de conflits. Ce projet comprend donc un module de négociation de services.

La communication entre les agents s'effectue selon le modèle générique de négociation de services/d'informations qui a été développé. Il est important que ce modèle doive s'appliquer aussi bien aux requêtes de service explicites qu'au plus général et implicite service d'exigence de trouver, localiser et gérer les informations au sein d'une entreprise. Ce modèle a été développé dans un ensemble de primitives spécifiques qui pourraient être utilisées comme une base pour explorer plus finement la nature précise de la sémantique de la négociation [30].

II.10.5 Fishmarket :

Fishmarket est un autre système d'enchères électroniques conçue dans le milieu académique. Les enchères sont inspirées des marchés de vente de poissons espagnols dans lequel les propositions décroissent (enchères de type hollandaise). La particularité de ce système est que des agents mandatés peuvent être amenés à négocier avec des utilisateurs humains directement au travers d'applets Java [30].

II.10.6 Magnet :

Le système Magnet (Multi AGent Negotiation Testbed en anglais) a été conçu à l'Université du Minnesota pour pallier l'absence d'architectures permettant de prendre en compte divers protocoles de négociation. Pour cela, le système Magnet propose de prendre en compte une grande variété de négociation de l'achat/vente de biens à la négociation de contrats complexes entre agents. En particulier, le but est de proposer une architecture généralisée qui fournit un support pour les transactions commerciales de type B2B (business-to-business). Les agents négocient et surveillent l'exécution des contrats commerciaux qui les lient aux différents fournisseurs. Chaque agent est une entité indépendante possédant sa propre structure, ses buts et ses ressources. Toutefois, les ressources dont disposent les agents ne sont, généralement, pas suffisantes pour l'accomplissement de leurs buts. Ainsi, la négociation porte à la fois sur la réalisation de services et sur les ressources nécessaires à la réalisation de leurs buts. Dans la négociation, les rôles de clients et de fournisseurs sont distingués, la négociation porte essentiellement sur le prix des objets et incluent d'autres éléments (pénalités, dates limite de réception des offres, de notification des réponses,...) et le protocole de

négociation entre clients et fournisseurs fonctionne selon les mécanismes d'appel d'offres et de façon très proche du Contracta-Net Protocol. Ainsi, les contributions du système reposent davantage sur la définition générale d'une architecture de marché que sur le moteur de négociation lui-même. Les éléments importants du marché incluent une ontologie spécifique, des définitions de types de protocoles de négociation supportés, un registre de clients ainsi que des mécanismes pour gérer les transactions (intermédiaire explicite qui contrôle les engagements, sessions, protection contre la fraude,...)[30].

II.10.7 SilkRoad :

Le projet SilkRoad, développé au Laboratoire d'IBM Zürich, se concentre aussi sur les négociations commerciales. Ce système a pour but de faciliter la négociation dans un contexte e-business en proposant une méthodologie spécifique de conception et une architecture générique. Pour réaliser cela, le système s'appuie sur un système permettant de découvrir les articles disponibles et de mettre en correspondance, par appariement, différents articles par la donnée des contraintes sur leurs attributs.

Par la suite, le système de négociation agit comme un intermédiaire entre toutes les parties de la négociation (agents logiciels ou humains). L'ensemble des règles de communication et des stratégies de négociation est complètement intégré et définit dans cet intermédiaire [30].

II.10.8 GNP(Generic Negotiation Platform en anglais) :

Proposée à l'Université de Montréal, se place aussi dans le cadre des enchères électroniques. La négociation entre les agents s'effectue au travers d'un service de négociation qui permet d'apparier les demandes et les offres des acheteurs/vendeurs, et de fixer les prix. Dans le GNP, des acteurs et de rôles sont définis (lecteur, annonceur, négociateur, administrateur), les règles de la négociation sont décrits séparément dans des documents et la négociation se déroule par envoi de documents (XML, HTML). D'autres travaux de Bartolini et al. ont aussi conduit à l'élaboration d'une plate-forme générique de négociation automatisée. L'objectif de ces travaux est d'offrir une alternative au développement usuel de protocoles dédiés à certaines applications cibles en proposant un protocole d'interaction simple, potentiellement utilisables dans

différentes circonstances. Pour cela, il introduit avantageusement différentes règles de négociation qui peuvent être utilisées pour paramétrer la plateforme et ainsi implémenter des mécanismes de négociation différents. Ainsi, au cours de la négociation, les participants échangent des propositions qui doivent être valides en spécifiant certains paramètres de la négociation (type de produit, prix, date de livraison,...) et respecter les règles de la négociation (participants autorisés à proposer, validité des propositions par rapport à l'état courant de la négociation,...). Ces propositions sont converties en accord dès qu'un accord est formé et la négociation se termine selon les règles de terminaison spécifiées. Deux rôles sont aussi introduits dans cette plate-forme, les participants qui veulent aboutir à un accord et postent leurs différentes propositions, et l'hôte de la négociation, qui peut être éventuellement un participant, chargé de faire gérer la négociation : création et surveillance des règles de la négociation, exécution de la négociation, résolution de l'accord et finalisation de la négociation. Une implémentation de cette plate-forme a été réalisée avec le système Jade et des envois de messages au format FIPA-ACL [30].

II.10.9 Zeus :

Zeus est une boîte à outils pour la programmation d'agents. Il ne se concentre pas sur un type d'application en particulier mais propose davantage un ensemble d'outils et de bibliothèques Java, permettant de développer des agents dans une large variété de problèmes. L'architecture de Zeus se décompose en trois couches : la couche de définition permettant de définir le fonctionnement interne des agents (compétences, rationalité, ressources, croyances,...), celle d'organisation qui considère les relations entre les agents (connaissance d'autres agents, capacités des autres agents connues), et la couche de coordination qui permet de considérer les interactions des agents, en particulier en terme de coordination et de négociation [30].

II.10.10 GeNCA :

Le modèle GeNCA propose une API Java permettant l'implémentation de systèmes de négociation génériques. Ainsi, à partir d'une étude des systèmes de négociation existants, le modèle générique de négociation réifie certains éléments de base (ressources, personnes négociantes, actes de langages minimaux pour une négociation) et structure le modèle générique selon les

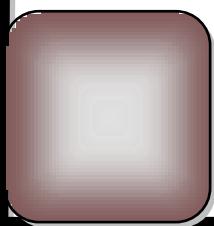
trois niveaux de communication, de négociation et de stratégie. La couche de communication définit entre autres le support des communications et les types et formats des messages, la couche de négociation introduit entre autres les contrats et le négociateur, et enfin la couche de stratégie pour mettre en œuvre le raisonnement des négociants. Dans GeNCA, le niveau communication permet d'abstraire le processus de communication et n'est pas imposé. En effet, elle peut, par exemple, s'appuyer sur une plate-forme à agents et ainsi utiliser le support de communication de celle-ci ou alors, être réalisée par communication de processus ou échanges d'email. Les communications peuvent se faire soit entre les agents, soit entre les agents et le serveur de noms dans le but de regrouper des agents intéressés par une négociation. Cela induit ainsi deux types de messages destinés à représenter les échanges avec le serveur ou entre les agents. Enfin, les messages de négociation définissent un émetteur, une primitive, des éventuels paramètres ainsi que l'identifiant et l'état de la négociation. Le niveau de négociation distingue les objets permettant de **(i)** décrire la négociation (ressources négociés, contrats engagés), **(ii)** gérer la dynamique de la négociation (négociateur, micro-agents) et **(iii)** mémoriser les négociations passées pour, par exemple, établir des statistiques de succès ou de rétractation par couple (participant, ressource). Dans ce modèle, une ressource décrit ce que chaque agent tente d'obtenir et les contrats sont créés à l'initialisation des négociations et encapsulent les ressources à négocier, l'identifiant de l'initiateur, un délai de réponse et une réponse par défaut. Enfin, les propriétés du contrat décrivent certains aspects du déroulement de la négociation (accords minimaux pour conclure un contrat, participants impliqués, nb de renégociations autorisées,...). Au niveau du déroulement de la négociation, un négociateur gère toutes les négociations d'un agent donné, il connaît tous les contrats initiés, leurs propriétés et leurs résultats. Chaque agent négociateur est constitué de micro-agents, chacun étant purement réactif et responsable de la négociation d'un contrat donné. Ces micro-agents représentent ainsi soit l'initiateur, soit un participant et ils interagissent entre eux avec une stratégie qui leur a été attribuée. Enfin, le niveau stratégie s'appuie sur deux interfaces définissant l'ensemble des fonctions qui permettent la prise de décision. Ainsi, l'initiateur peut réagir à la

réception d'un message d'acceptation, à la réception d'une (ou de toutes les) modification(s) et peut élaborer une décision à partir de toutes les réponses reçues. Les participants, quant à eux, peuvent réagir à la réception d'un contrat et proposent à l'initiateur une modification du contrat. Le modèle GeNCA intègre une implémentation, par défaut, pour chacune de ces interfaces de stratégie, néanmoins pour des applications spécifiques, le développeur peut implémenter de nouvelles stratégies [30].

II.11 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une présentation générale sur la théorie de négociation qui utilisée comme un mécanisme de résolution des conflits , nous avons concentré sur les différents types de négociation, tel que les systèmes de vote, les enchères, la négociation par argumentation, ... etc. une attention particulière est réservée à la description des systèmes enchères, ainsi que un état de l'art sur les principaux travaux en la matière de négociation.

Chapitre III



Conception

III.1 Introduction

La plupart des formes de négociation décrites dans le chapitre précédent sont dédiées au commerce électronique, qui connaît un essor très important de nos jours avec l'explosion de l'internet et les techniques de communication.

Parmi les différents formes de négociation existant, nous avons choisi les systèmes d'enchères qui sont notamment utilisées dans le commerce électronique, nous allons présenter dans ce chapitre une conception de système de vente en enchère, pour cela on utilise le langage de modélisation « UML » avec une simple adaptation pour pallier la notion de SMA (Agent+UML=AUML).

Ce chapitre commence tout d'abord par une description détaillée d'UML (Unified Modeling Language).

III.2 L'UML

UML est un langage de notation orienté objet qui a été développé et standardisé par Rational Software et Object Management Group. Il a vu le jour en 1997 et est très rapidement devenu un standard de l'industrie pour spécifier, visualiser, développer et documenter des logiciels.

Unified Modeling Language est né comme son nom l'indique, du regroupement de trois techniques de modélisation objet, la méthode Booch, Object Modeling Technique(OMT)et Object Oriented Software Engineering (OOSE), respectivement développées par GradyBooch, James Rumbaugh et IvarJacoboson.[49]

Elle est utilisée pour spécifier un logiciel et/ou pour concevoir un logiciel. Dans la spécification, le modèle décrit les classes et les cas d'utilisation vus de l'utilisateur final du logiciel. Le modèle produit par une conception orientée objet est en général une extension du modèle issu de la spécification. Il enrichit ce dernier de classes, dites techniques, qui n'intéressent pas l'utilisateur final du logiciel mais seulement ses concepteurs. Il comprend les modèles des classes, des états et d'interaction. UML est également utilisée dans les phases terminales du développement avec les modèles de réalisation et de déploiement. [50]

UML est une méthode utilisant une représentation graphique. L'usage d'une représentation graphique est un complément excellent à celui de

représentation textuelle. En effet, l'une comme l'autre sont ambiguës mais leur utilisation simultanée permet de diminuer les ambiguës de chacune d'elle [50]

Un dessin permet bien souvent d'exprimer clairement ce qu'un texte exprime difficilement et un bon commentaire permet d'enrichir une figure. Il est nécessaire de préciser qu'une méthode telle qu'UML ne suffit pas à produire un développement de logiciel de qualité à une seule. En effet, UML n'est qu'un formalisme, ou plutôt un ensemble de formalismes permettant d'appréhender un problème ou un domaine et de modéliser, ni plus ni moins. Un formalisme n'est qu'un outil. Le succès de développement du logiciel dépend évidemment de la bonne utilisation d'une méthode comme UML mais il dépend surtout de la façon dont on utilise cette méthode à l'intérieur du cycle de développement du logiciel.[50]

UML couvre les différentes phases d'un développement objet (analyse, conception, et implémentation) en offrant neuf types de diagrammes ou formalismes.[49]

Plusieurs chercheurs considèrent que le standard de modélisation objet UML est l'outil de modélisation le plus adapté pour la modélisation des systèmes multi-agents partant du principe qu'un agent est un objet doté d'une autonomie et d'une intelligence et qu'un objet est la forme la plus basique et la plus simplifiée d'un agent .[31]

III.3 L'utilisation d'UML pour les SMA

L'utilisation d'UML pour les systèmes multi-agents est intéressante pour plusieurs aspects:

- cette notion est un standard permettant un meilleur dialogue entre les différents intervenants de l'atelier du génie logiciel. De plus les diagrammes d'UML sont assez intuitifs et aisés à comprendre car ils sont repris un formalisme éprouvée et utilisés depuis des années.
- UML dispose d'une sémantique suffisamment complète et riche pour la représentation de la partie statique de système

Cependant, UML doit être aménagée pour une meilleure représentation de la partie dynamique du système. Elle doit être enrichie de formalisme permettant la vérification et la validation des modèles conçus.[51]

III.3.1L'extension AUML :

Agent-UML est un langage de modélisation orienté agent. Il a pour but d'étendre UML avec des moyens adaptés aux systèmes multi-agent (Odell, VanDyke Parunak&Bauer2000a) .ces derniers ont été souvent caractérisés comme une extension des systèmes orientés objets.[52]

Agent-UML a comme but de recommander une technologie pour l'adoption d'une sémantique, d'un méta-modèle et d'une syntaxe abstraite standard pour l'analyse et la conception des méthodologies basées sur les agents. [52]

Odell, Parunak et Bauer ont suggéré une représentation en trois couches de protocoles d'interaction (AIP) signifiant "Agent-Interaction-Protocole". Les AIP sont définis des patternsreprésentant à la fois les communications des messages entre agents et les contraintes correspondantes sur le contenu de tel message.

L'UML exige des changements au langage visuel d'UML et non seulement sur la sémantique exprimée. le langage proposé exige des changements des représentations suivants d'UML: package et paquetage, Templates ou descripteurs, diagrammes de séquence,diagrammes de collaboration, diagrammes d'activités et statecharts.

Dans la première couche le protocole de communication, reflétant un type d'interaction, est représenté d'une façon réutilisable en appliquant des paquetages et des templates d'UML.la deuxième couche, le comportement interne de l'agent est décrit et représenté en utilisant des diagrammes d'activités et de statecharts [51].

Les suggestions proposées pour aboutir à AUML portent sur le fait qu'UML doit inclure des spécifications plus riches des rôles en exigeant des modifications du format des diagrammes de séquences. Ensuite, pour pouvoir

représenter des agents au lieu d'opérations comme points d'interface, la définition de paquetage d'UML a été modifiée. Enfin, les agents ont la capacité d'être mobiles dans le sens qu'ils peuvent se déplacer différents systèmes. Afin de représenter ceci dans UML, la définition du diagramme de déploiement a été étendue.[51]

III.3.2 Limitations d'AUML:

Selon Paurobally, Cunningham et Jennings, AUML présente les limitations ci-après:

- Les diagrammes sont désordonnés et peuvent être mal interprétés.
- L'expression de toutes les informations nécessaire sur les protocoles peut les rendre illisibles.
- Les cas de redondance sont difficiles à identifier et corriger.
- La description des actions temporelles (telles que le timeout, deadline,...) est difficile à exprimer
- La notion d'historique des échanges n'existe pas.
- La terminaison des interactions n'est pas toujours spécifiée.[53]

III.3.3 Expression de la dynamique des SMA à travers des diagrammes d'UML :

Une des grandes difficultés posées par les SMA consiste en la représentation de la dynamique de système. Sous le terme de dynamique, nous regroupons l'expression de la coopération, coordination d'actions et interactions entre les agents. De plus, ces trois aspects sont transverses, complémentaires et fortement corrélés.

Avec UML, la coopération entre entités du système est modélisée par deux diagrammes:

- Le diagramme de séquence représente la séquence d'interaction entre plusieurs objets impliqués dans une transaction (but) particulière.
- Le diagramme de collaboration fournit une représentation spatiale des interactions. [51]

III.3.4 Extension d'UML pour la modélisation des protocoles d'interaction :

Une des problématique à laquelle se sont intéressés les chercheurs est de spécifier des protocoles d'interaction entre agents en utilisant UML étendu par des concepts d'agent(AUML).

En effet, cette problématique est très attrayante dans le cadre de la modélisation car les conversations entre les agents relèvent souvent de modèle typique d'échanges de messages qui sont des protocoles. Certains ordres de message sont prévus, et à un point donné dans la conversation, on s'attend à ce que d'autres messages suivent.[51]

III.3.4.1 Diagramme de protocole :

Le nouveau type de diagramme suggéré par Odell et ses co-auteurs comme extension à UML s'appelle Diagramme de protocole. Des interactions bien définies entre les agents sont illustrées via des diagrammes de protocole. Ils sont semblables aux diagrammes de séquence et aux diagrammes de collaboration mais combinent les deux.[51]

Un diagramme de protocole représente une interaction, qui est un ensemble de messages échangés entre différents rôle d'agent dans un processus de collaboration pour réaliser un comportement désiré par autre agent-rôles. Un diagramme de protocole est construit comme un diagramme de séquence de l'interaction sous-jacente à une collaboration. Une interaction indique un ordre dans la communications, elle contient une collection de messages partiellement ordonnés, ou chacun indique une communication entre un rôle d'expéditeur et un rôle de récepteur. [51]

III.3.4.2 Syntaxe et sémantique :

Un diagramme de protocole a deux dimensions: la dimension verticale représente le temps et la dimension horizontale représente différents rôles d'agent. Habituellement seul le séquençement des messages est important, mais dans les applications en temps réel par exemple, l'axe de temps pourrait être une métrique important. Le rectangle peut exprimer différents agents ou ensembles(c-à-dire, des rôles ou des classes) d'agents. La boîte rectangulaire

peut également indiquer un ensemble général d'agents jouant un rôle spécifique. Pour indiquer que le rôle doit être joué par une classe spécifique d'agent, le nom de classe est ajouté (par exemple, Employé: Personne).[51]

III.4 Description et objectif de projet

Nous voulons développer un système de ventes aux enchères, dans lequel chaque utilisateur peut acheter un article parmi les articles proposés, ou proposer un article pour vendre dans l'enchère.

Pour cela, notre système devra assurer les besoins suivants :

- ✓ Assister un client pour acheter un article.
- ✓ Assister un client pour publier un article.
- ✓ Assister un client pour vendre un article.

III.4.1 Description des différents cas d'utilisations :

Les cas d'utilisations expriment les interactions acteur-système et apportent une valeur ajoutée à l'acteur concerné.

III.4.1.1 Les acteurs : Les acteurs agissants sur le système sont :

- **Administrateur** : c'est l'acteur administrateur du système qui a le droit de gestion du système
- **L'utilisateur (acheteur ou vendeur)**: c'est l'acteur qui utilise tous les services fournis par le système.

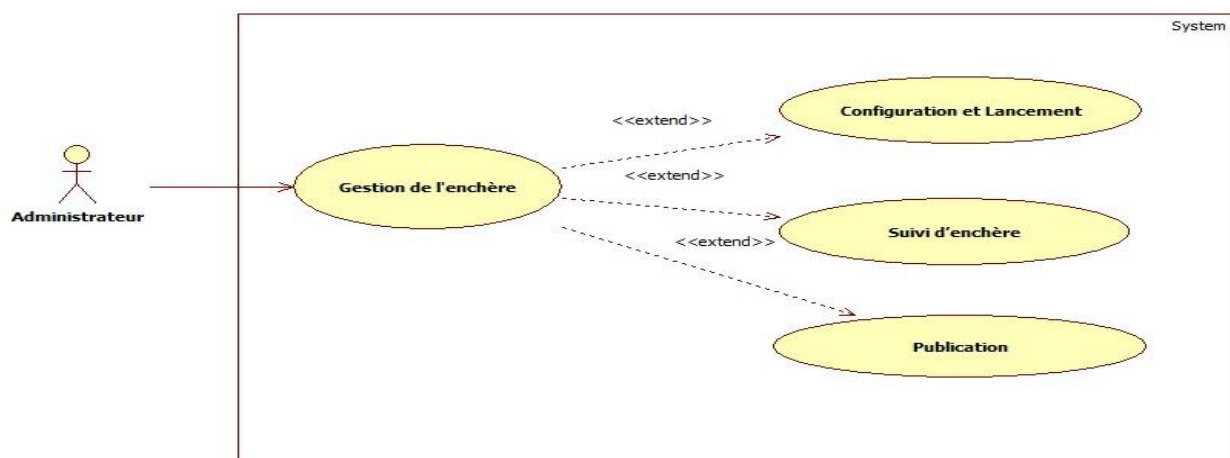


Figure III.1 : Diagramme de cas d'utilisation pour un accès administrateur

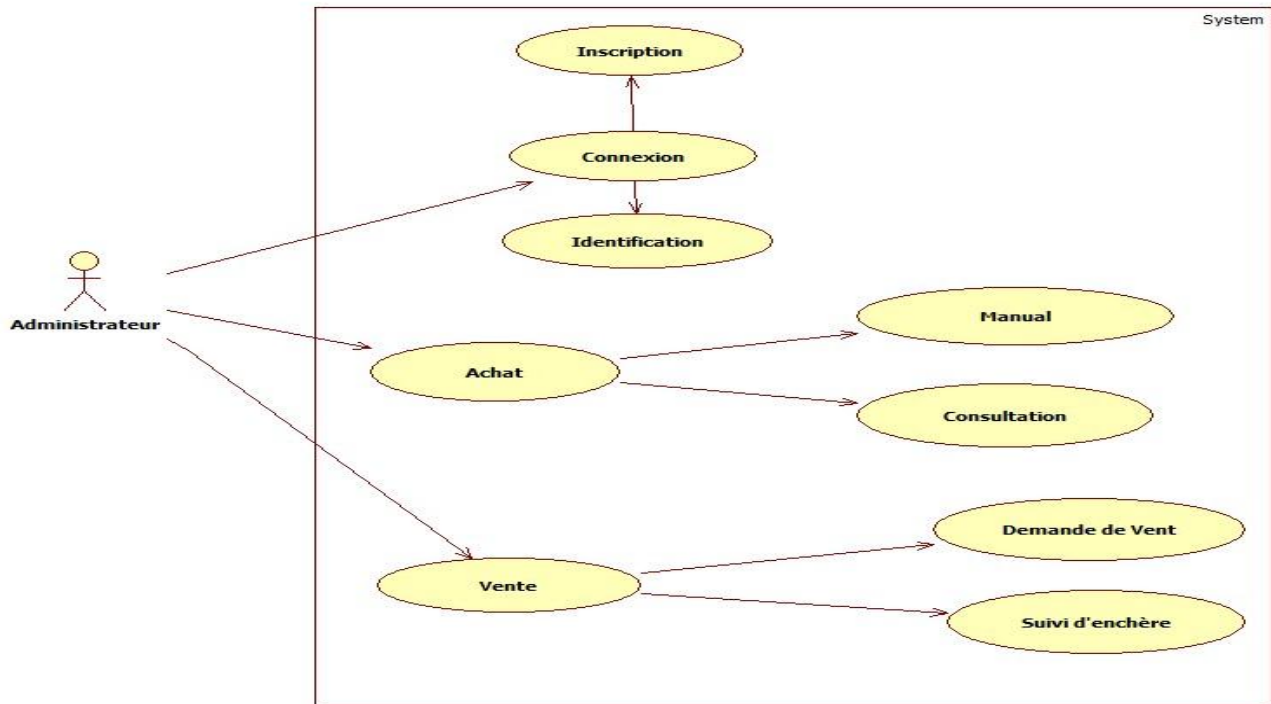


Figure III.2 :Diagramme de cas d'utilisation pour un accès client

III.4.2 Identification des scénarios :

Acteur	Cas d'utilisation	Scénarios
Administrateur	Gestion d'enchère	S0: configuration et lancement d'enchère S1:suit le déroulement d'enchère S2 : publication
Utilisateur	Connexion	S3 : inscription client S4 : identification
	Achat	S5: demande Achat (négocie)
	Vente	S6: demande de vente

Tab III.1 :Identification des scénarios

III.4.3 Description des scénarios et diagrammes de séquence- S0 : Configuration et lancement d'enchère

1. Déroulement de l'opération

Début

L'utilisateur demande la vente d'un article

Le système affiche un formulaire de demande

L'utilisateur remplit et envoie le formulaire

L'administrateur traite la demande

Si (la demande est acceptée) envoie un message de confirmation

Le système affiche un formulaire de configuration d'enchère à l'administrateur

L'administrateur configure et lance l'enchère

Le système lance un agent initiateur (vendeur)

Sinon envoie un message de refus

Finsi

Fin

2. Diagramme de séquence

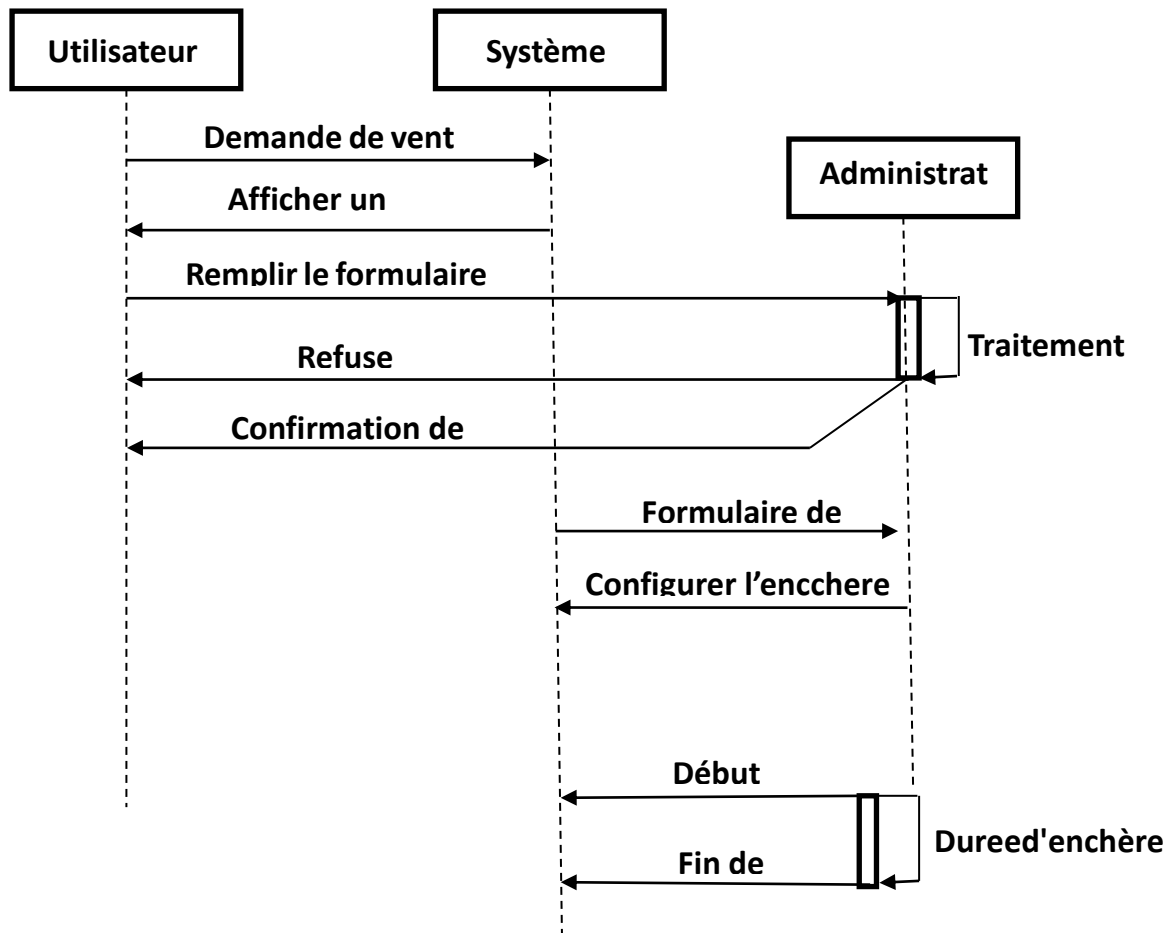


Figure III.3 : Diagramme de séquence pour la configuration et lancement d'enchère

S1: Suivi le déroulement d'enchère

1. Déroulement de l'opération

Début

L'administrateur demande de suivi le déroulement

Le système affiche la déroulement

Fin

2. Diagramme de séquence

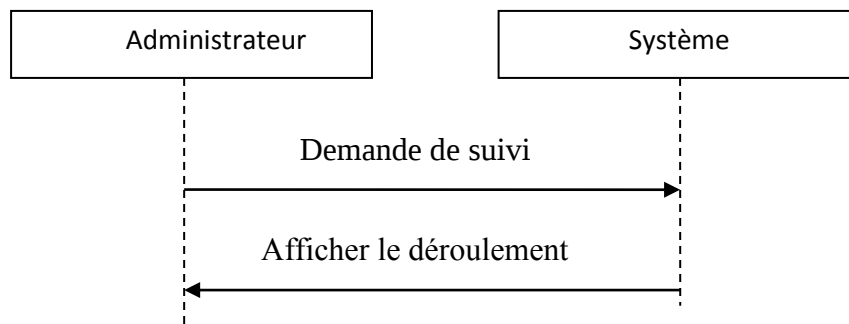


Figure III.4 : Diagramme de séquence pour le suivi du déroulement

S2: Publication

1. Déroulement de l'opération

Début

Si (une enchère est terminée)

Le système publie le résultat et informe que à la fin d'enchère

Finsi

Si (un demande de vente est acceptée ou un article est vendu)

Le système fait une mise à jour sur la liste d'enchère

Finsi

2. Diagramme de séquence

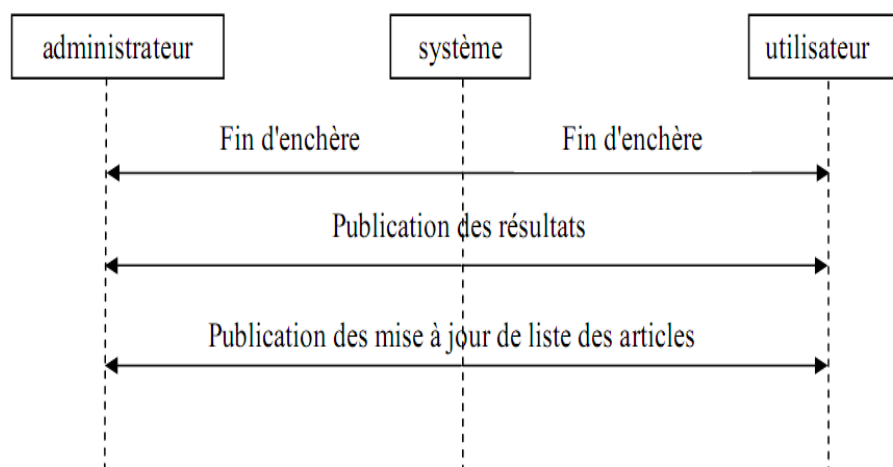


Figure III.5 : Diagramme de séquence pour la publication

- S₃ : Inscription d'un client

1. Déroulement de l'opération

Début

L'utilisateur demande l'inscription

Le système affiche un formulaire d'inscription

L'utilisateur remplit et envoie le formulaire

Le système vérifie si le formulaire est correctement rempli ou non

Si (le formulaire est correctement rempli)

Le système affiche un message de confirmation

Sinon le système affiche un message d'erreur

Finsi

Fin

2. Diagramme de séquence

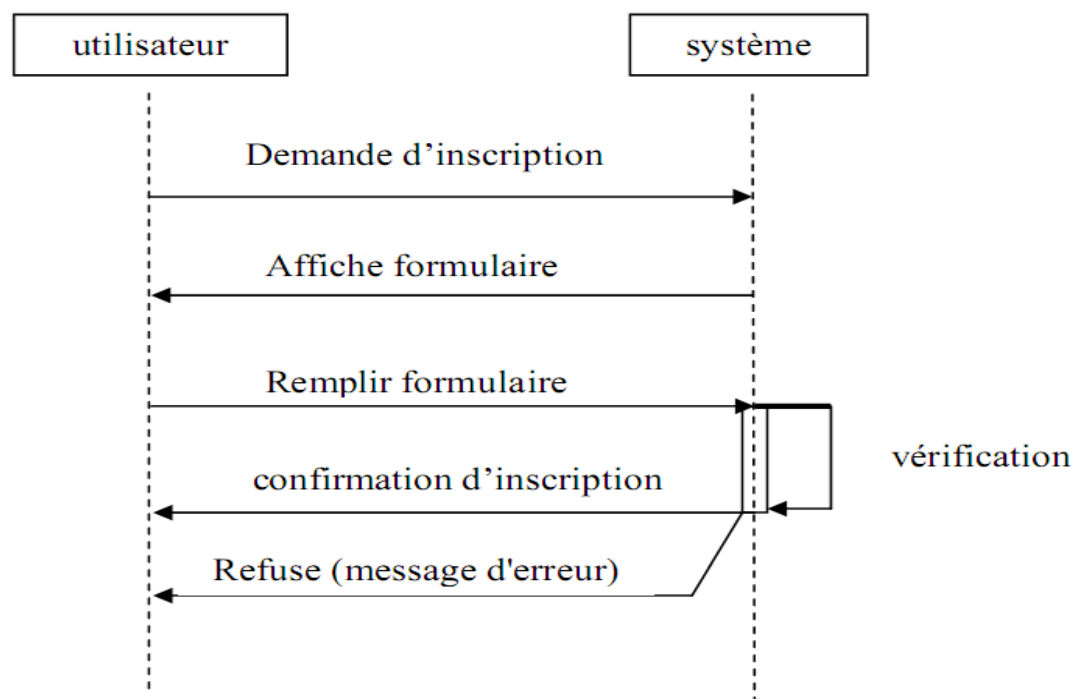


Figure III.6 : Diagramme de séquence pour l'inscription d'un client

- S4: Identification**1. Déroulement de l'opération****Début**

L'utilisateur demande d'accès

Le système affiche un formulaire d'identification

L'utilisateur remplit et envoie le formulaire

Le système vérifie l'existence du client

Si (l'utilisateur existe)

Le système lui donne l'accès

Sinon il refuse l'accès

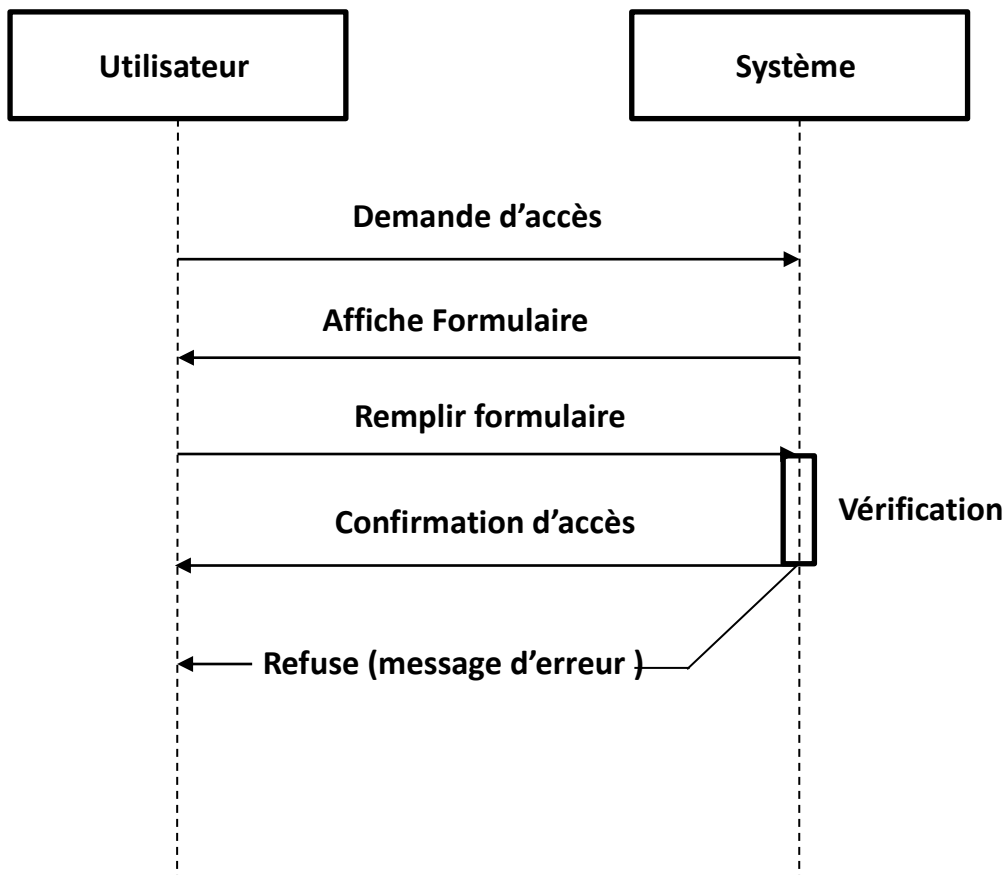
Finsi**Fin****2. diagramme de séquence**

Figure III.7: Diagramme de séquence pour l'identification d'un client

- S₅: Achat

1. Déroulement de l'opération

Début

Le système affiche la liste des articles à vendre

L'utilisateur (acheteur) choisit un article

L'utilisateur choisit de négocier par mettre une proposition .

Le système affiche un formulaire de configuration d'agent

L'utilisateur remplit les champs du formulaire et lance l'agent

Fin

2. Diagramme de séquence

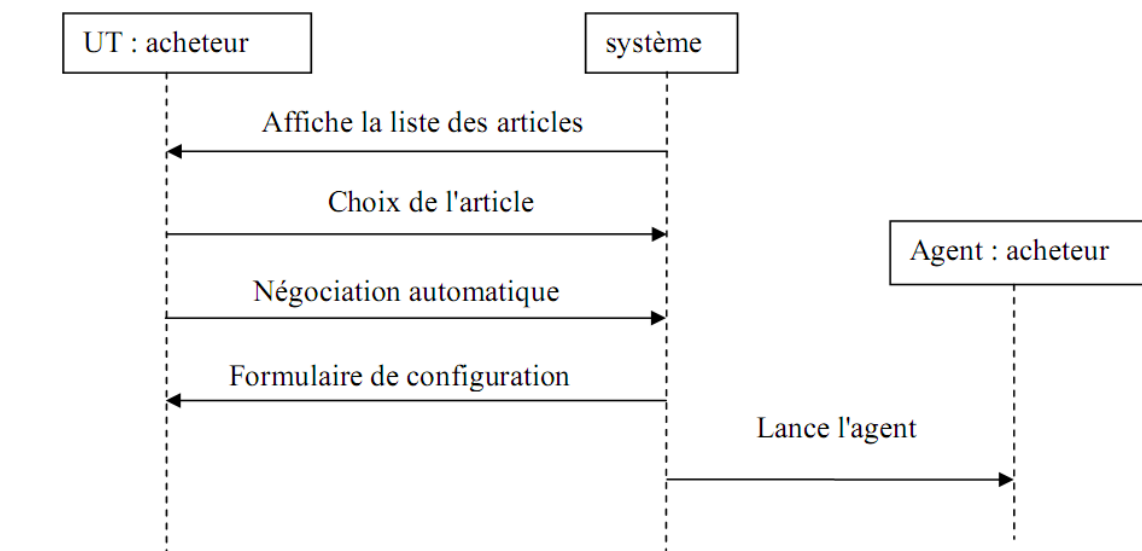


Figure III.8 : Diagramme de séquence pour l'achat automatique d'un article

- S₆: Vendre

1. Déroulement de l'opération

Début

L'utilisateur (vendeur) demande de publier un article

Le système affiche un formulaire pour description de produit à vendre

L'utilisateur remplit les champs du formulaire et publie l'article

Le système affiche la liste des article publier

Fin

2. Diagramme de séquence

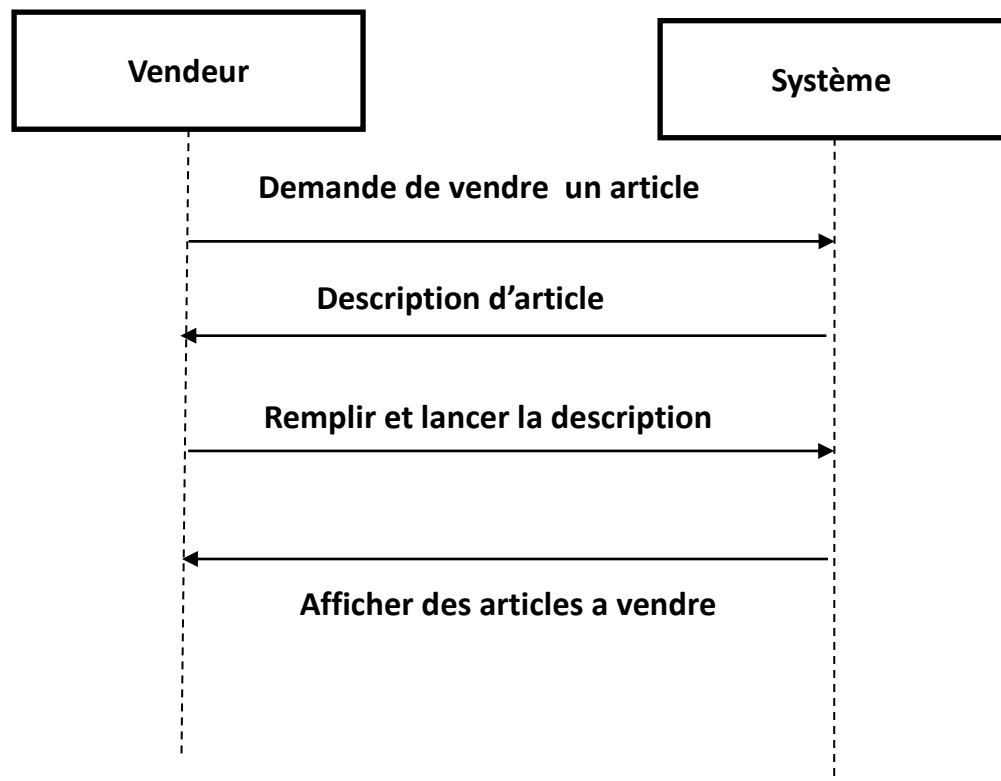


Figure III.9 : Diagramme de séquence pour vendre un article

III.5 Les diagrammes d'activité

III.5.1 Diagramme d'activité pour l'inscription :

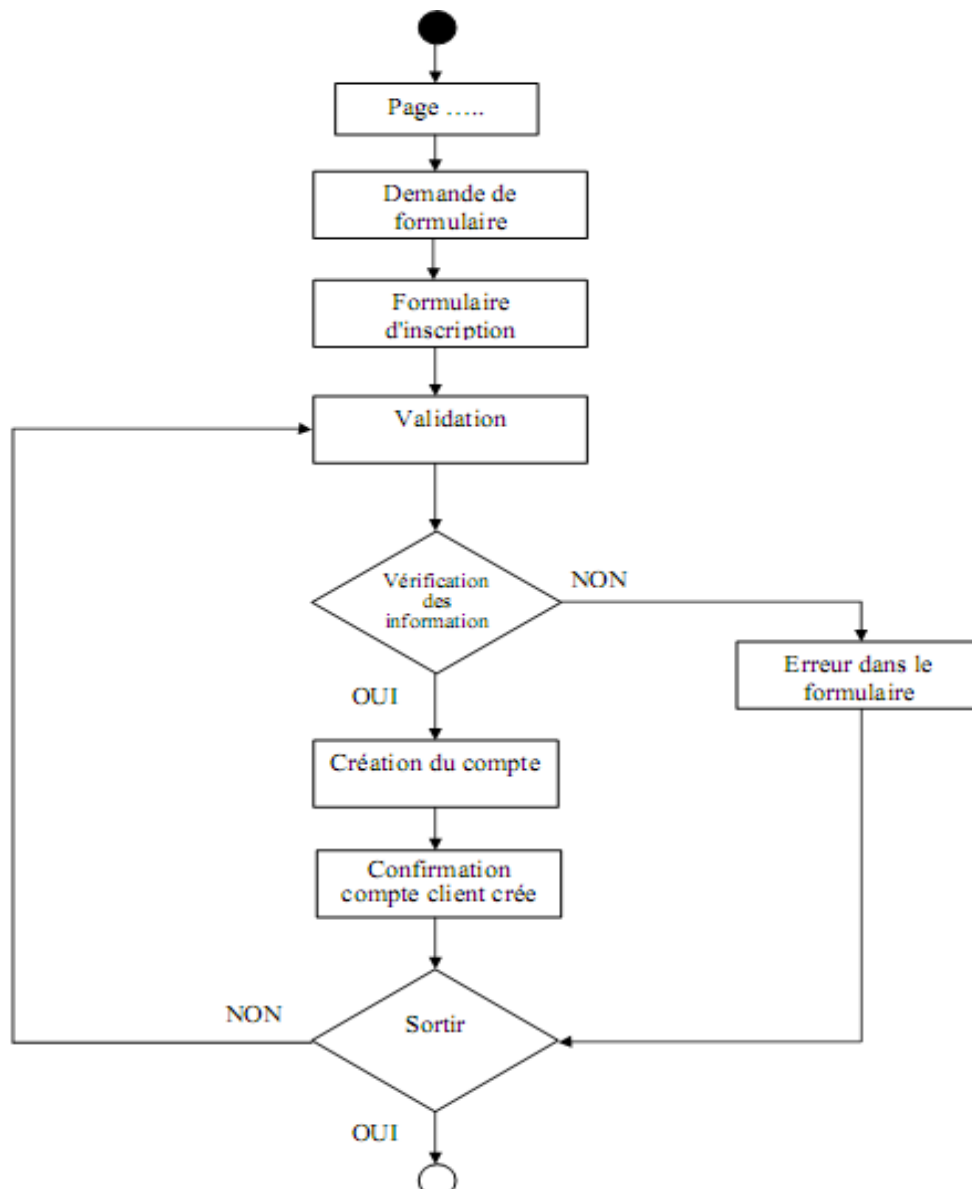


Figure III.10 : Diagramme d'activité pour l'identification d'un utilisateur

III.5.2 Diagramme d'activité pour la vente d'un article :

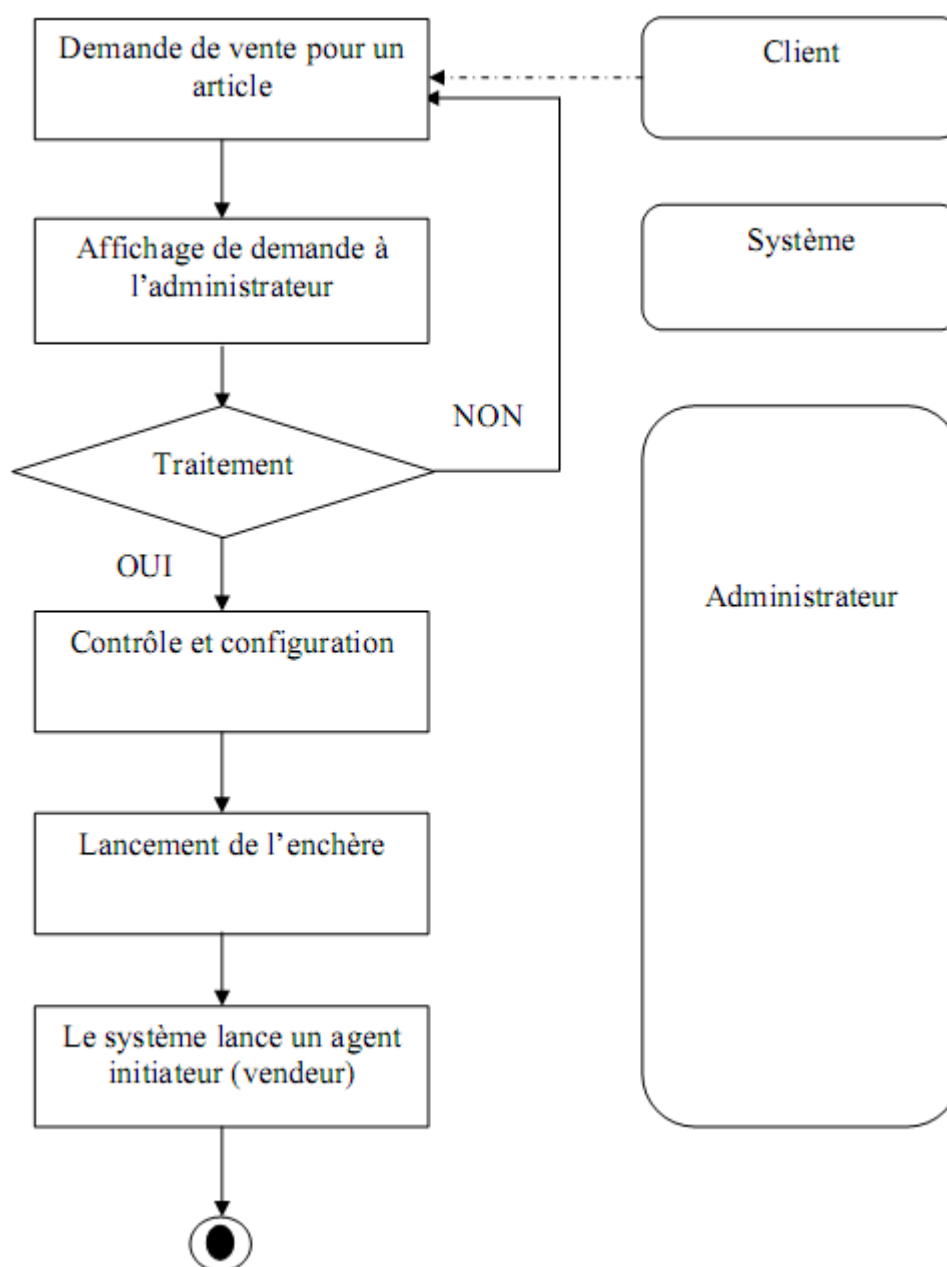


Figure III.11 : Diagramme d'activité pour vendre un article

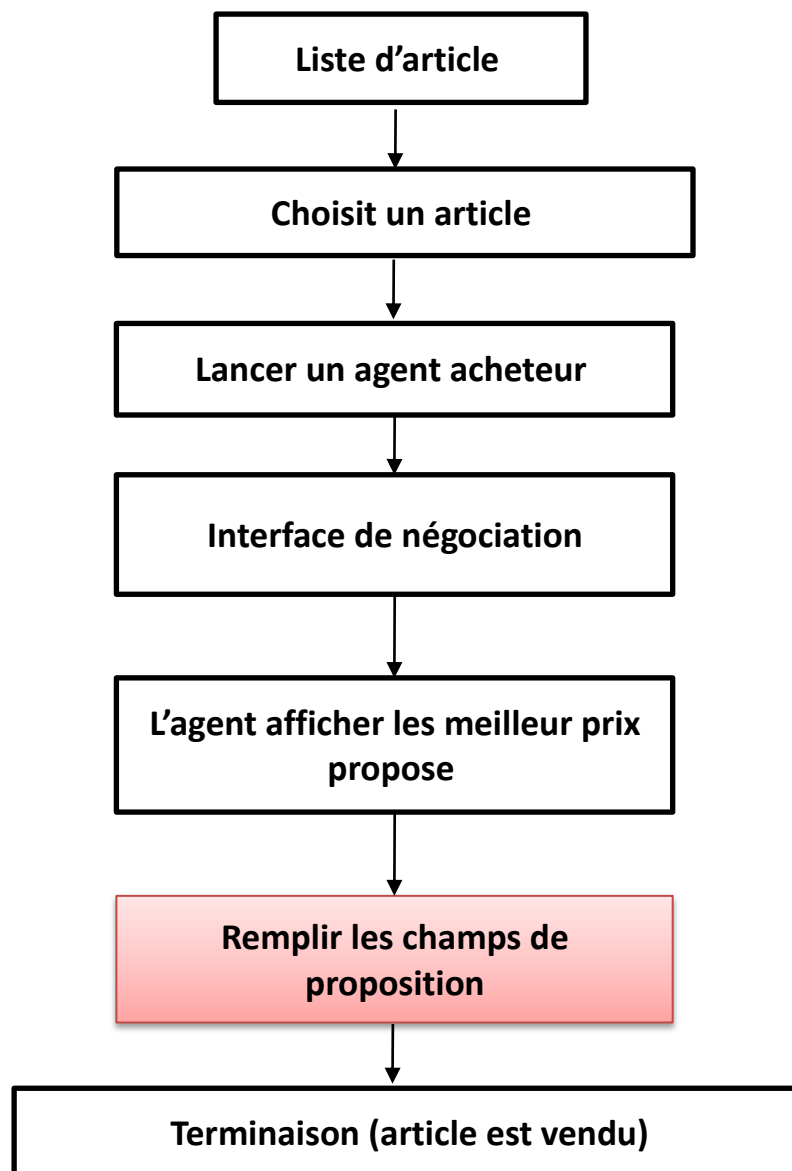
III.5.3 Diagramme d'activité pour l'achat d'un article :

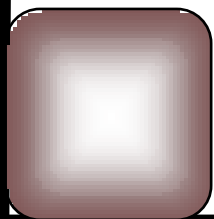
Figure III.12 : Diagramme d'activité pour l'achat d'un article

III.9 Conclusion

Nous avons présenté, dans ce chapitre, la conception de notre système à travers les différents diagrammes UML, afin de simplifier l'implémentation de notre système, et prend une vue globale de système.

Nous présentons dans le chapitre suivant, l'implémentation de tout ce qu'on a vu dans ce chapitre.

Chapitre IV



L'Implémentation

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons traduire la conception que nous avons faite dans le chapitre précédent en code exécutable, notre logiciel n'est que pour valider une forme de négociation (système de vente aux enchères), nous allons présenter les détails de la phase d'implémentation de notre application.

Nous commençons tout d'abord par la description des outils de développement utilisés et la justification de notre choix. Ensuite, nous allons détailler les différents composants de cette application.

IV.2 Les outils de développement utilisés

Nous avons choisi Java avec l'environnement Eclipse comme un langage de programmation, et JADE comme plate-forme de développement des SMA qui utilise le FIPA-ACL comme langage de communication entre les agents.

IV.2.1 JAVA :

Le langage Java est un langage de programmation orienté objet basé sur le langage C++ mais avec des fonctionnalités qui en rendent la programmation plus simple et plus sûre : absence de pointeur, gestion automatique de la mémoire centrale et suppression des concepts complexes du c++.

IV.2.1.1 Qu'est-ce que Java ?

- Un langage de programmation orienté objets
- Une architecture de Virtuel Machine
- Un ensemble d'API variées
 - Un ensemble d'outils (le JDK) [54]

IV.2.1.2 Bref historique :

Le langage Java créé par James Gosling et Patrick Naughton employés de Sun Microsystems avec le soutien de Bill Joy. Il faut développer par Sun Microsystems en 1991 dans le cadre du projet Green, groupe de recherche spécialisé dans le développement de logiciels conçus pour contrôler des appareils électroniques. Les chercheurs souhaitaient développer un langage de

programmation qui permette de contrôler les appareils du futur : des téléviseurs interactifs, des grille-pains interactifs, des systèmes d'éclairage intelligents.

Les principaux événements de la vie de Java sont les suivants :

- 1993:projet OaK (langage pour l'électronique grand public)
- 1995:Java/HotJava à www3
- Mai95:Netscape prend la licence
- Sept.95: JDK1.0 b1
- Déc.95: Microsoft se dit intéressé
- Janv.96:JDK1.0.1
- Été96: Java Study Group ISO/IEC JTC 1/SC22
- Fin96: RMI, JDBC, JavaBeans,...
- Fév.97:JDK1.1 [55]

IV.2.1.3 Les caractéristiques du langage Java :

- Orienté objets
- Java est indépendante de toute plate-forme matérielle
- Interprété
- Portable
- Simple
- Robuste
- Sécurisé
- Multi-threads
- Distribué
- Taille réduite
- Dynamique
- Il existe une bibliothèque très complète et standardisée
- Gestion automatique de la mémoire centrale [55]

IV.2.2 Pourquoi le langage Java :

Les plates formes des SMA sont complément mise en application dans le langage java.

IV.2.3 Eclipse :

Eclipse IDE est un environnement de développement intégré libre (le terme Eclipse désigne également le projet correspondant, lancé par IBM) extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Eclipse IDE est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM), et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifiques, est également utilisé pour écrire des extensions.

IV.2.4 JADE :

Le meilleur moyen pour construire un système multi-agent(SMA) est d'utiliser une plateforme multi-agent pour cette raison là nous choisissons la plateforme jade, JADE (Java Agent Développement Framework) est une plateforme multi-agents développée en Java par CSELT (Groupe de recherche de Gruppo Telecom, Italie) qui a comme but la construction des systèmes multi-agents et la réalisation d'applications conformes à la norme FIPA. JADE comprend deux composantes de base: une plate-forme agents compatible FIPA et un paquet logiciel pour le développement des agents Java. [56]

Une plate-forme multi-agent est un ensemble d'outils nécessaire à la construction et à la mise en service d'agents au sein d'un environnement spécifique. Ces outils peuvent servir également à l'analyse et au test du SMA ainsi créé. Ces outils peuvent être sous la forme d'environnement de programmation (API) et d'applications permettant d'aider le développeur.

Nous allons étudier dans cette partie la plate-forme JADE (Java Agent Development Framework).

IV.2.4.1 Description :

Le but de JADE est de simplifier le développement des systèmes multi-agents en conformité avec la norme FIPA pour réaliser des systèmes multi-agent inter opérables, pour cela , JADE offre les caractéristiques suivantes :

la plate-forme multi-agents compatible FIPA, qui inclut les trois agents et sont automatiquement créés et activés à l'activation de la plate-forme et sont le suivant:

- ✓ **AMS** (Agent Management System) : est l'agent qui supervise l'enregistrement des agents leur authentification, leur accès et le l'utilisation du système.
- ✓ **ACC** (Agent Communication Channel) est l'agent qui fournit la route pour les interactions de base entre les agents dans et hors de la plate-forme (gère la communication entre les agents).[21]
- ✓ **DF** (Directory Facilitator)est l'agent qui fournit un service de page jaunes à la plate-forme multi-agents . [56]

IV.2.4.2 Architecture logiciel de la plate-forme JADE :

JADE reprend donc l'architecture de l'Agent Management Référence Model proposé par FIPA. Les différents modules présentés dans la figure suivante sont présentés sous forme de services .Les services de base proposés sont le Directory Facilitator (DF) et L'Agent Management System (AMS).

L'agent est l'acteur fondamental de la plate-forme, un Agent Identifier(AID) identifier un agent de manière unique .Le DF est un composant qui fait office d'annuaire. C'est un service de «page jaunes »qui permet de mettre en relation les agents avec leurs compétences. Un agent peut enregistrer ses compétences dans le DF ou interroger le DF pour connaître les compétences. Proposées par les autres agents. L'AMS est un autre composant important car il contrôle l'accès et l'utilisation de la plate-forme et maintient un répertoire contenant les adresses de transport des agents de la plateforme. Ce service est plus un service de type «pages blanches» qui effectuent la correspondance entre l'agent et l'AID.

Chaque agent doit s'enregistrer à un AMS pour avoir un AID .Il n'y a qu'un AMS par plateforme.

L'agent Identifier(AID) est un identifiant précis d'un agent. On lui donne plusieurs paramètres tels que l'adresse de transport, l'adresse de service de résolution de nom,...Un exemple est : name@HAP(Home AGENT Platform).

Cette plate-forme offre une interface graphique utilisateur (GUI) pour la gestion à distance qui permet de contrôler et superviser les états des agents. par exemple arrêter et remettre en marche un agent. L'interface graphique permet

aussi de créer et de commencer l'exécution d'un agent sur un hôte éloigné, à condition qu'un réceptacle d'agents s'exécute déjà sur cet hôte. L'interface elle-même a été implémentée comme un agent, appelé RMA (Remote Monitoring Agent). Toute la communication entre les agents et l'interface (GUI) et toute la communication entre cette interface et l'AMS est fait par ACL via une extension ad hoc de l'ontologie des agents de gestion FIPA. [56]

IV.2.4.3 La norme FIPA :

FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) est une organisation de normalisation pour les agents et les systèmes multi-agents dont l'objectif est de produire des standards pour l'interopération d'agents logiciels hétérogènes et le but est de contribuer au développement des applications à base d'agent.[57]

FIPA offre des moyens standardisés permettant d'interpréter les communications entre agents de manière à respecter leur sens initial. Afin d'atteindre ce but, le FIPA émet des standards couvrant :

- Les applications (applications nomades, agent de voyage personnel, applications de diffusion audiovisuelles, gestion de réseaux, assistant personnel ...).
- Les architectures abstraites, définissant d'une manière générale les architectures d'agents.
- Les langages d'interaction (ACL), Les langages de contenu (comme SL, CCL, KIF ou RDF) et les protocoles d'interaction;
- La gestion des agents (nommage, cycle de vie, description, mobilité, configuration).
- le transport des messages: représentation (textuelle, binaire ou XML) des messages ACL, transport (par IIOP, WAP ou HTTP) de ces messages.

Ces standards évoluent, et sont régulièrement mis à jour ainsi que de nouveaux standards qui sont nouvellement proposés. Les standards qu'édicte le FIPA ne constituent pas vraiment une plate-forme de construction multi-agents. Ce n'est non plus l'objectif que s'est fixé le FIPA.

Tout au plus, le FIPA normalise une plate-forme d'exécution standardisée dans un but d'interopérabilité. Ces normes s'appliquent donc

pour la plupart en phase de déploiement. Elles n'abordent pas les phases d'analyse ni de conception. Elles peuvent cependant guider certains choix d'implémentation.

IV.2.4.4 Langage de communication de la plate-forme JADE (FIPA-ACL) :

Le langage de communication utilisé dans la plate-forme JADE est FIPA-ACL (Agent Communication langage). La classe ACL Message représente les messages qui peuvent être échangés par les agents. La communication de messages se fait en mode asynchrone. Lorsqu'un agent souhaite envoyer un message, il doit créer un nouvel objet ACL Message, compléter ces champs avec des valeurs appropriées et enfin appeler la méthode `send()`. Lorsqu'un agent souhaite recevoir un message, il doit employer la méthode `receive()` ou la méthode `blockingReceive()`.

IV.2.4.5 Les paramètres du message FIPA-ACL :

Un message FIPA ACL contient un ensemble d'une ou de plusieurs paramètres de message. En représente dans le tableau suivant :

Paramètre	Catégorie de paramètre
Performative	Type de l'acte de communication
Sender	Expéditeur du message
Receiver	Destinataire du message
reply-to	Participant de la communication
Content	Contenu du message
Language	Description du contenu
Encoding	Description du contenu
Ontologie	Description du contenu
Protocol	Contrôle de la communication

Conversation-id	Contrôle de la communication
Reply-with	Contrôle de la communication
In-reply-to	Contrôle de la communication
Reply-by	Contrôle de la communication

Tab IV.1: les paramètres de message FIPA-ACL [57]

Tous les attributs de la classe ACLMessage peuvent être obtenus et modifiés par les méthode set/get(). Le contenu des messages peut être aussi bien du texte que des objets car la sérialisation Java est supportée

IV.2.4.6 Les principales méthodes pour l'échange des messages :

✓ Création d'un message

Pour la création d'un message il faut définir son type, son performance et mettre le contenu de message à la manière suivante :

```
ACLMessage msg=new ACLMessage(ACLMessage.INFORM);
Msg.setContent("le contenu de message");
```

✓ L'envoi d'un message

```
AIDdest=.....//identification de l'agent destinaire
Msg.set.addReceiver(dest);
Send(msg);
```

✓ La réception d'un message

```
ACLMessage msg=receive();
If(msg!=null)
.....traitement de message.....
```

IV.3 Présentation de l'application

IV.3.1 Architecture globale du système :

L'architecture qui représente notre application compose de plusieurs composante (Interfaces, gestionnaire d'enchère, Agent vendeur,...etc.). L'interface de l'administrateur est le moyen de communication entre l'utilisateur administrateur est le Système (gestionnaire d'enchère),

La gestion d'enchère permet de faire les travaux suivants :

- Gérer la fonction d'enregistrement des nouveaux clients.
- Configurer l'accès de chaque client et envoyer les paramètres initiaux aux clients (liste d'articles, ...etc.).
- Gestion des enchères (accorder un temps de lancement, configurer, lancer, suivre, ...etc.).

L'interface du client permet au client de récupérer la liste des articles à vendre, vente un article, configurer l'achat automatique, voir ses enchères, ...etc.

Les agents vendeurs et acheteurs sont le corps de l'enchère le premier gère la vente automatique d'article, le deuxième peut être manuel ou automatique qui permet au client d'acheter un article.

IV.3.2 Présentation des interfaces :

Nous allons présenter maintenant les interfaces de notre application, et les méthodes utilisées notamment durant la négociation (le déroulement d'enchère).

IV.3.2.1 Les interface d'accueil :

L'interface d'accueil comporte la boîte de login (mot de passe et user name), et le choix inscription pour les nouveaux clients.

Si l'utilisateur est déjà enregistré, il saisit son username et son mot de passe pour que le système lui donne l'accès pour communiquer avec les autres agent puis publier des produits, négocier ...etc.

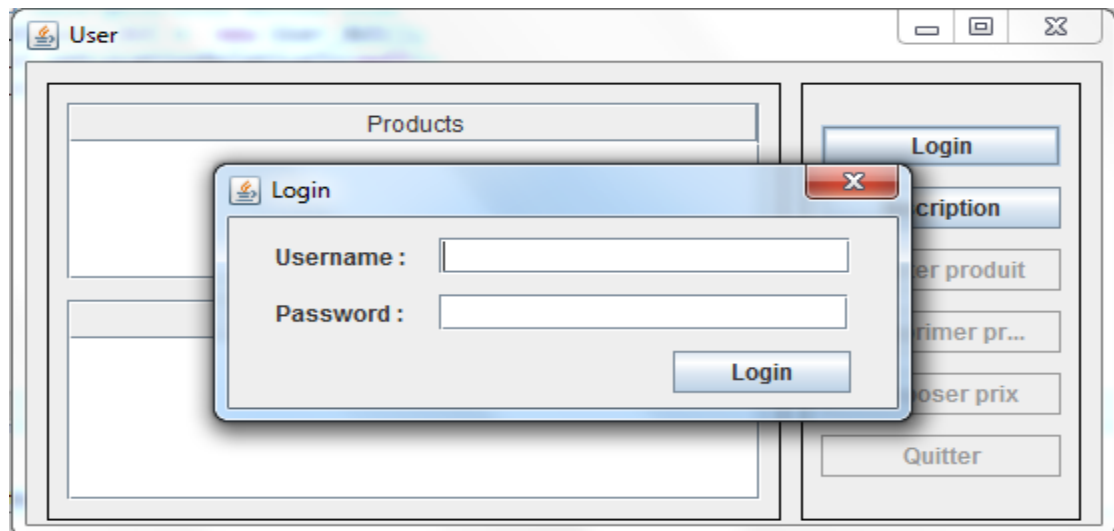


Figure IV.1: Interface Log In

Si l'utilisateur n'avait pas déjà un compte, et il veut s'inscrire à notre système. Il suffit d'appuyer sur le bouton « Inscription » qui mène l'utilisateur à l'interface d'inscription suivante:



Figure IV.2: Interface Inscription

IV.3.2.2 Les interface client :

Après la connexion de l'utilisateur, la fenêtre de client ci-dessus apparaît. Via cette fenêtre, le client peut effectuer les opérations suivantes:

- Publier un produit .
- Supprimer un produit publier .
- Créer une proposition de prix.
- Ou quitter l'application.

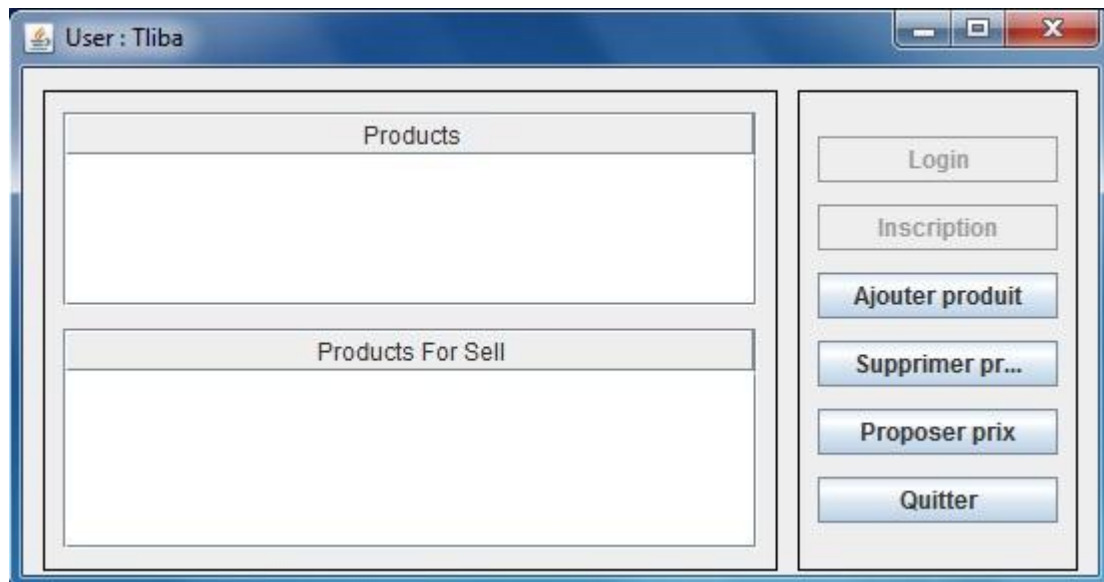


Figure IV.3: Interface client

Si l'utilisateur s'intéresse vendre un article, il présente une description de cet article par l'appui sur le bouton « Ajouter produit » les fenêtres suivantes sont affichées.

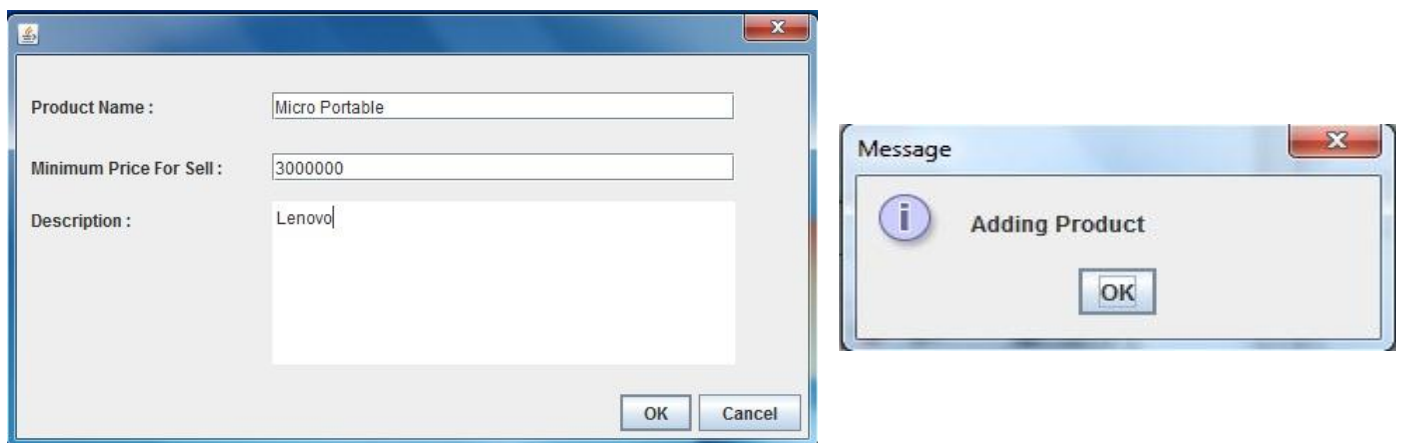


Figure IV.4: L'interface publier produit

IV.3.2.3 Les interface administrateur :

L'interface principale de l'administrateur comporte plusieurs composants :

- Interface contenant la liste des clients qui seront inscrits.
- Interface contenant la liste des articles qui seront publier à vendre.
- Interface contenant les taches à réaliser .

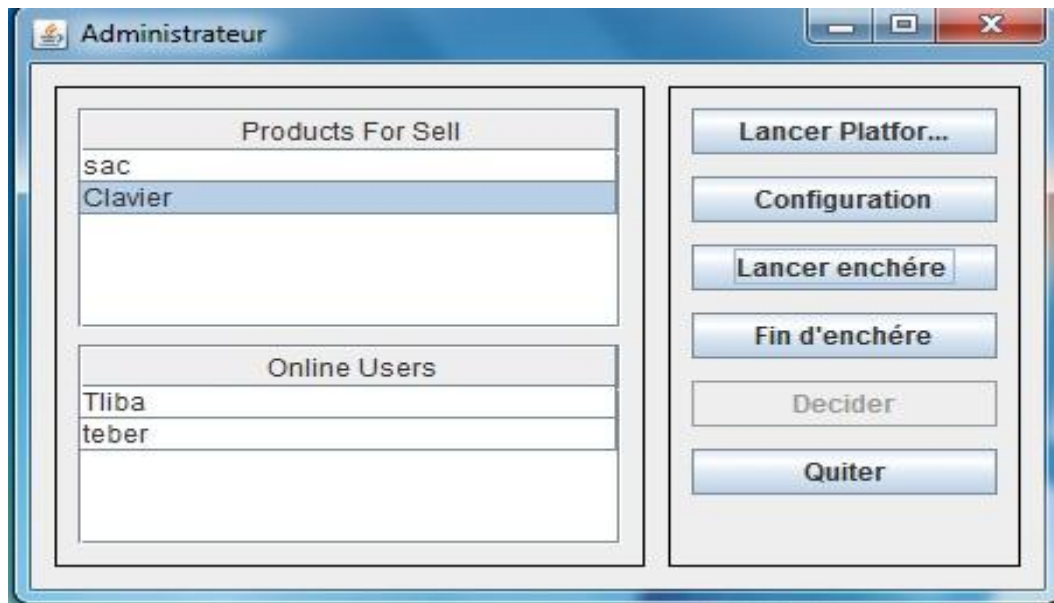


Figure IV.5: L' interface Administrateur

- pour lancer une enchère l'administrateur appuie sur le bouton (Lancer enchère) et informer tous les clients connectés , pour terminer l'enchère l'administrateur appuie sur le bouton (Fin d'enchère)

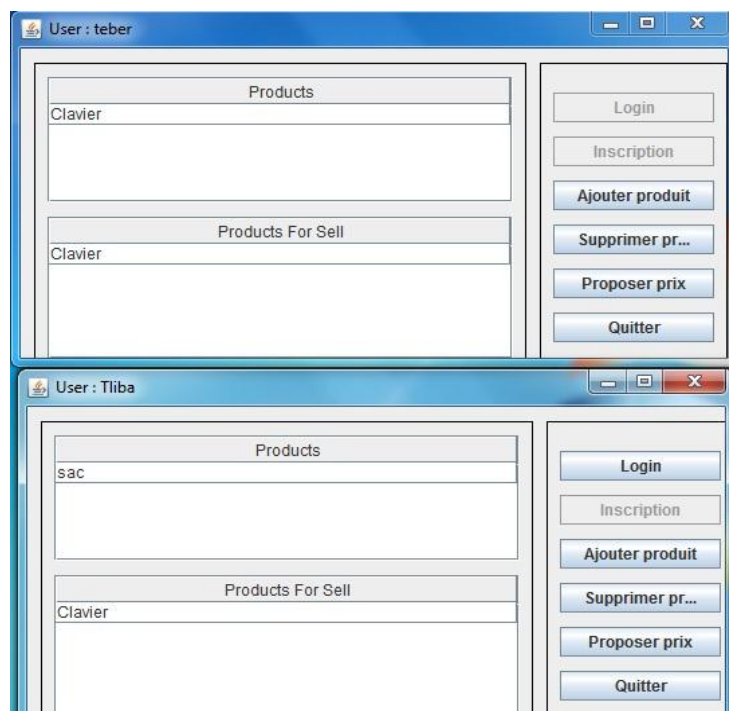


Figure IV.6: Interface lancer enchère

- Si le client s'intéresse à négocier sur un produit proposé, il choisit le bouton (Proposition Prix)

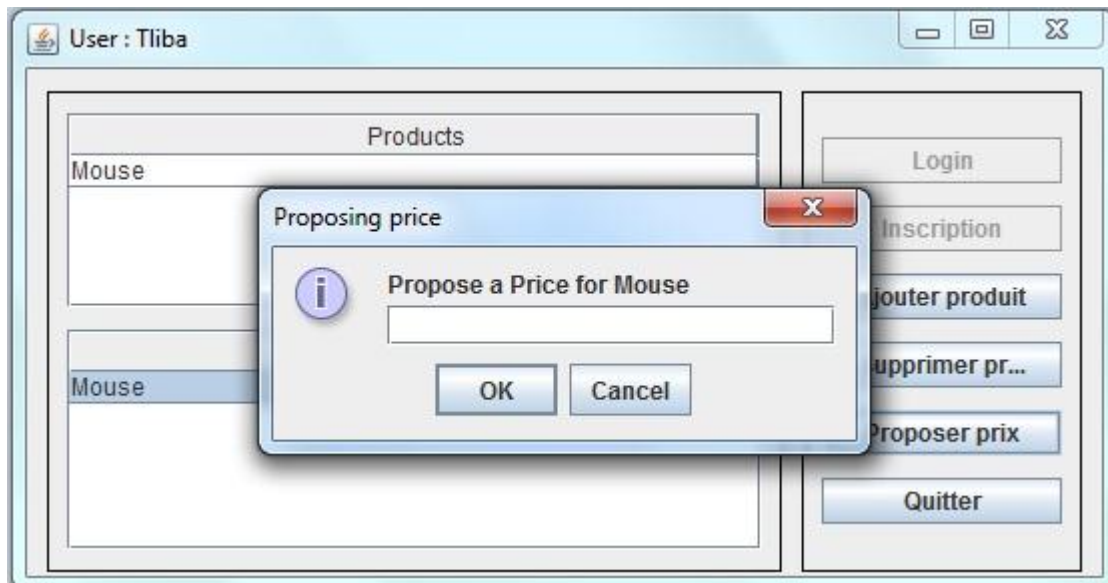


Figure IV.7 : L'interface proposition prix

- Si l'administrateur peut clôturer l'enchère appuie sur le bouton (Fin enchère).
- Lorsque l'enchère est terminée, l'article supprimer en liste des articles à négocier.
- Pour indiquer le vainqueur d'enchère, l'administrateur d'article appuie sur le bouton (décider) .

Pour confirmer l'inscription de client l'administrateur envoie un message de confirmation aux clients qui demande l'inscription, par la fonction développé ci-dessous:

```
private void sendReply(ACLMessage msg){
    ACLMessage message = new ACLMessage(ACLMessage.INFORM);
    message.addReceiver(msg.getSender());
    message.setContent("You Have Signed Up Successfully, You Can Login Now");
    send(message);
}
```

La fonction qui accomplir l'envoi du message de proposition est :

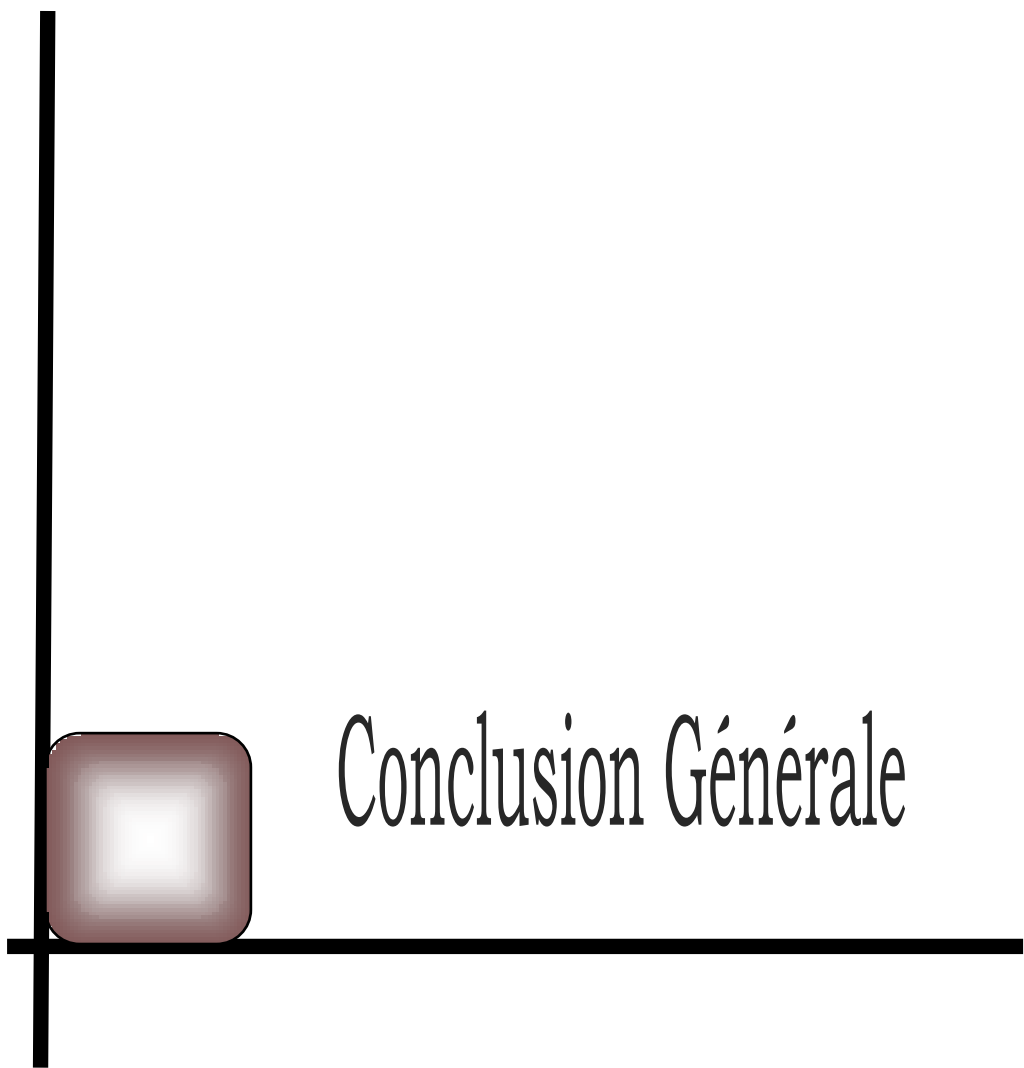
```
public void action() {
    // TODO Auto-generated method stub
    if(sendPropose == true){
        ACLMessage message = new ACLMessage(ACLMessage.PROPOSE);
        message.addReceiver(new AID("Administrator",AID.ISLOCALNAME));
        message.setContent("Action="+Action+";ProductName="+productName+";proposedPrice="+proposedPrice+";");
        send(message);
        sendPropose = false;
    }
}
```

- lorsque l'administrateur décide le vainqueur d'enchère La fonction ci-dessous gère cette opération :

```
public void sendMessageToWinner(String winner, String productName){
    ACLMessage message = new ACLMessage(ACLMessage.INFORM);
    message.addReceiver(new AID(winner, AID.ISLOCALNAME));
    message.setContent("Action=Winner;Message=Congratulations, you have got " + productName + ";");
    send(message);
}
```

IV.4 Conclusion

Dans la précédent travail de ce chapitre, nous avons engagé en premier lieu d'introduit les outils de développement d'application, deuxièmement, nous avons engagé d'identifier l'application réalisé pour la validation d'une forme de négociation automatique entres les agents, l'imposition et la démonstration des principales fonctions qui gèrent le noyau d'application et une présentation des interfaces pour l'établissement d'un parcours à suivre pour la bonne compréhension de la mise en œuvre de cette application.



Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

La négociation est de plus en plus utilisée dans les systèmes multi-agents pour résoudre les conflits. Elle peut prendre diverses formes, de la plus simple négociation à prendre ou à laisser à la plus complexe impliquant des contre-propositions, la plupart de ces formes sont dédiées au commerce électronique.

Notre travail consiste à la modélisation et la mise en oeuvre d'une négociation automatique entre agents. L'objectif est l'application de la négociation entre agents au commerce électronique. Pour ce faire nous avons étudié d'abord les différentes formes de négociation, afin de comprendre les protocoles de négociation et comment l'on peut appliquer.

Après l'étude de ces différentes formes, nous avons choisi d'implémenter un système de vente aux enchères qui notamment utilisé dans le commerce électronique. Afin d'atteindre notre objectif, nous avons fait une conception de notre système à travers le différent diagramme d'UML, afin de simplifier la phase d'implémentation.

Nous avons implémenté notre application sous la forme d'une application JAVA, avec la plateforme des SMA JADE, afin de simplifier à l'utilisateur de vendre ou d'achat un ou plusieurs articles sans le déplacer.

Ce travail nous a permis notamment de modéliser un problème avec UML, à maîtriser le langage JAVA, à travailler en équipe et gérer un projet.

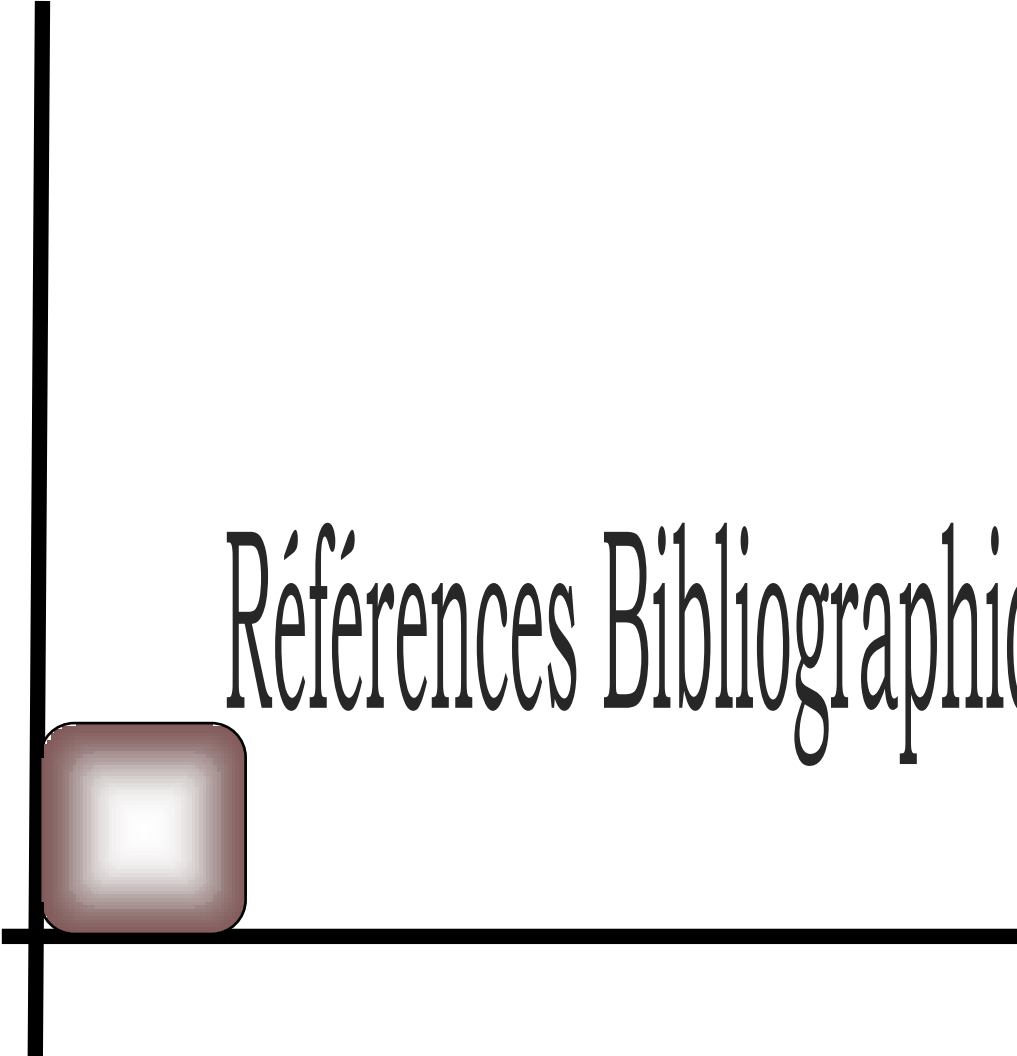
Cette application offre la transparence de la gestion d'enchère par le mécanisme d'achat et vente automatique.

Perspectives:

La première perspective consiste à enrichir notre système afin de pouvoir représenter de nouveaux types d'enchères, et en particulier, les enchères descendants et les enchères d'offre scellées.

La deuxième perspective consiste à améliorer notre application pour exécuter sous réseaux pas seulement un seul PC.

La troisième perspective consiste à valider notre application et le représenter sous forme d'un site web de commerce électronique.



Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [01] J.Ferber, «Les systèmes multi-agents, vers une intelligence collective», InterEditions, 1995.
- [02] J.Erceau, «Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi- Agents de la théorie aux applications», 23ème Ecole Internationale d'Informatique de l'AFCET, Neuchâtel, 1993.
- [03] Ahmed TLILI «Etude et Réalisation d'une Plate Forme Multi-Agents» , Thèse de Magister en Sciences de l'Informatique, Université Hadj Lakhdar de Batna.
- [04] Chaib-draa Brahim , "Interaction Between Agents in Routine, Familiar and Unfamiliar Situations". International Journal of Intelligent & Cooperative Information Systems, Vol. 5(1), pp. 1-25, 1996
- [05] Aknine S. “ Modèles et méthodes de coordination dans les systèmes multi-agents”. Thèse de doctorat en informatique, Université d e Paris IX Dauphine, 2000.
- [06] Oufella Sarah << Un Système Interactif d'Aide à la Décision de Groupe En Aménagement du Territoire>>, Université d'Oran, ES-Sénia,2009.
- [07] Chaïb-Draa Brahim, Agents et Systèmes Multiagents (IFT 64881A). Notes de cours. Département d'informatique, Faculté des sciences et de génie, Université Laval, Québec. Novembre 1999.
- [08] Hanine Sahki , «Vers une Architecture d'un Système de Dialogue Multi Agents Basé sur l'Argumentation Application à la négociation dans le domaine de e-commerce » Mémoire présenté en vue de l'obtention du Magister en Informatique , Université Mentouri de constantine,2008 .
- [09] M. Chaker MEZIOUD "Recherche sur la Résolution des Problèmes Complexes d'Affectatio n de Fréquences Basses Bandes pour les Opérateurs de la Téléphonie Mobile" Thèse de doctorat Université Mentouri de Constantine 2011.
- [10] DROGOUL, A.; Corbara, B.; Lalande, "MANTA: New Experimental Results on the Emergence of (Artificial) Ant Societies", S. 1995.
-

- [11] B. H. Roth, M. Hewett, R. Washington, R. Hewett, A. Seiver : Distributing intelligence within an individual, Volume 2 of Research Notes in Artificial Intelligence.
- [12] J. Ferber. Les systèmes multi-agents:un aperçu général. Techniques et sciences informatiques. Vol. 16, No. 8, pp. 979-1012, 1997.
- [13] B. Moulin ,B. Chaib-draa. An overview of distributed artificial intelligence. In G. M. P.O'Hare and N. R. Jennings, editors, Foundations of Distributed AI, pages 3-54. John Wiley & Sons: Chichester, England, 1996
- [14] E. H. Durfee ,V. Lesser. Negotiating task decomposition and allocation using partial global planning. In L. Gasser and M. Huhns, editors, Distributed Artificial Intelligence Volume II, pages 229-244. Pitman Publishing: London and Morgan Kaufmann: San Mateo, CA, 1989 .
- [15] M. P. Papazoglou ,W. Heuvel. From Business Process to Coopeartive Information Systems: An Information Agents Perspective, p. 10-36, In the book Intelligent Information Agent: Agent-Based Information Discovery and Management on the Internet", Matthias Klusch, Springer, 1999.
- [16] Philippe PASQUIER, « communication entre agents », thèse de doctorat présentée à l'Université Laval Québec, Avril 2001.
- [17] « Système multi-agents », 2016, http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Syst%C3%A8me_multiagents&action=edit§ion=9, visité en mars 2016.
- [18] NOIE, « Business to Business E-Commerce Case Study: Transport and Logistics-Australia », 1999.
- [19] Wigand, R., « Electronic Commerce: Definitions, Theory and Context »,1997.
- [20] He, M. and H.-f. Leung (2002). "Agents in E-Commerce : State of the Art " Knowledge and Information Systems4: 257-282.
- [21] [Sansonnet 05] J-P.SANSONNET , « Applications agents pour le commerce électronique » Université Paris Sud-XI Février 22, 2005.
- [22] Mili Seif Eddine «conception d'une architecture basée agents pour la creation d'un marche virtuel» Université Mentouri de Constantine ,2008.
- [23] J. H. Müller. "Negotiation Principles" Foundations of Distributed Artificial Intelligence, John Wiley & Sons, pp. 211-229, 1996.
-

- [24]** Balogh Z., Laclav_k M. et Hluch L., Model of Negotiation and Decision Support for Goods and Services. In: ASIS 2000, Czech Republic. 2000.
- [25]** Kersten E.G., Negotiation Processes. Electronic Negotiation Media and Electronic transaction. 2002.
- [26]** Forget P., Monteiro T., D'Amours S. et Frayet J., Collaborative agent based negotiation in SC Planning using multi behaviour agent. CIRRELT. Montréal. Canada. 2008.
- [27]** Golden J., Moy H.M. et Lyons.A, The Negotiation Counsel Model: An Empathetic Model for Settling Catastrophic Personal Injury Cases. Harvard Negotiation Law Review, 13 : 212-247. 2008.
- [28]** Pruitt, D. Negotiation Behavior. Academic Press. 1981
- [29]** Hervé CHANG, « Mécanismes de négociation pour composants logiciels contractualisés », rapport à l'école doctorale de l'Université de Nice Sophia Antipolis, juin 2004.
- [30]** Marie-Hélène VERRONS, « GeNCA : un modèle général de négociation de contrats entre agents », thèse de doctorat à l'Université des Sciences et Technologies de Lille, Novembre 2004.
- [31]** Tarek JARRAYA « Réutilisation des protocoles d'interaction et Démarche orientée modèles pour le développement multi-agents », thèse de doctorat à l'Université de Reims Champagne Ardenne, décembre 2006.
- [32]** Laurent VERCOUTER, Nathalie FRANCHESQUIN, Jean-Pierre TREUIL, Suzanne PINSON, « Coordination multi-agents pour la résolution de problèmes de gestion locale sous contrainte collective »,étude réalisé grâce à la collaboration de l'IRD et de l'INRA 1999.
- [31]** Sondak H. et Bazerman M.H, Matching and negotiation processes in quasi-markets.Organizational behavior and human decision processes, 4 : 261-280. 1998.
- [32]** Wanyama T. et Far B.H., A protocol for multi-agent negotiation in a group-choice decision making process. Journal of Network and Computer Applications, 30 : 1173–1195. 2007.
-

- [33] Lee C.C. et Ou-Yang C., A neural networks approach for forecasting the supplier's bidprices in supplier selection negotiation process. *Expert Systems with Applications*. 36 : 2961–2970. 2009.
 - [34] Mohan K., Xu P. et Ramesh B., Supporting dynamic group decision and negotiation processes- A traceability augmented peer-to-peer network approach. *Information & Management*, 43 : 650–662. 2006.
 - [35] Lemtennech.S, Bellila.D. «Modélisation et mise en oeuvre d'une négociation automatique entre agents», Diplôme d'ingénieur d'état en Informatique, Université Kasdi Merbah –Ouargla ,2008
 - [36] Huang C., Liang W. Lai Y. et Lin Y., The agent-based negotiation process for B2C e-commerce. *Expert Systems with Applications*, 37 : 348–359. 2010.
 - [37] Lin R.J. Chou S.T., Mediating a bilateral multi-issue negotiation. *Electronic Commerce. Research and Applications*, 3 : 126–138. 2004.
 - [38] Jain V. et Deshmukh S.G.,. Dynamic supply chain modeling using a new fuzzy hybrid negotiation mechanism. *Int. J. Production Economics*, 122 : 319–328. 2009
 - [39] A.D.Taylor, «Mathematics and Politics:Strategy, Voting, Power,and Proof. », Springer-Verlag, 1995.
 - [40] Fipa, «Fipa interaction protocol specifications. Technical report,Foundation for Intelligent Physical Agents», 2002.
 - [41] R.Davis, R.Smith, «Negotiation as a Metaphor for Distributed Problem Solving», *Reading in Distributed Artificial Intelligence*, 1980.
 - [42] Crary D.R., Book review. *International negotiation: Analysis, approaches, issues-* Victor A. Kremenjuk, Ed. San Francisco- Jossey-Bass Publishers, 1991, 486 pp. *International Journal of Intercultural Relations*, 16 : 237-241. 1992.
 - [43] Hafid A., Von Bochmann G. et Dssouli, R., 1998. A quality of service negotiation approach with future reservations (NAFUR): a detailed study. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30 : 777–794.
 - [44] Gilbert M, Multi-modal argumentation. *Philosophy of Social Sciences*, 24(2): 159- 177. 1994.
 - [45] Levesque H.J. Cohen P.R. et Nunes J.H.T., On acting together. *AUTOMATED REASONING*. 94-99. 1990.
-

- [46] Pordesch U., Negotiating security among end users: concept and test in a simulation study for the public health service. Computer Networks and ISDN Systems, 30 : 1597–1605. 1998.
- [47] Van Kleef G.A., Emotion in Conflict and Negotiation: Introducing the Emotions as Social Information (EASI) Model. University of Amsterdam, The Netherlands. 2007.
- [48] Jiang H., Vidal J. et Huhns M.N. Incorporating Emotions into Automated Negotiation. Proceedings of the Agent Construction and Emotions Workshop ,2006.
- [49] Jean_loup Chappelet<<Comparaison de trois technique de modélisation de processus:ADONIS, OSSAD et UML>>,présenté à l'institut de hautes étude en administration publique associé à l'université de Lausanne, novembre2002.Master à l'université de Caen_France.
- [50] Bruno Bouzy << unified modeling language (uml) >> ,14-06-01.
- [51] Hamza Mazouzi,<<Ingénierie des vprotocoles d'interaction:des systèmes distribués aux systèmes multi_agents>>,thèse de doctorat présentée à l'université Paris9_Dauphine,Octobre 2001.
- [52] Hind Fadil ,Jean-Luc Koning << vers une protocoles formelle d'interaction des système multi-agent en B>> ,6eme Conférence Francophone de Modélisation et Simulation MOSIM'06-du 3 au 5 avril 2006 – rabat – Maroc.
- [53] José Ghislain Quenum<<une synthèse d'UML>>,Thèse de Doctorat Equipe OASIS LIP6 18 Sep.2003.
- [54] [http:// membre.lycos.fr/dancel/java/cours/carat.html](http://membre.lycos.fr/dancel/java/cours/carat.html)
- [55] Jean Michel Dodoux,<<developpons em java>>USA,2004
- [56] Ingénierie logicielle chapitre6<<ingenierie logicielle oriente agent>>
[http://turing.cs.pub.ro/auf2/html/chapters/chapter6/chapter-6-5_1](http://turing.cs.pub.ro/auf2/html/chapters/chapter6/chapter-6-5_1.html)
html vivite en janvier2016.
- [57] fondation for intelligent physical agents,<<agent communication language>>,geneve,suisse,octobre1998

[Http ;//www.fipa.org](Http://www.fipa.org).visite en mars2016
-