

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

Université Saad Dahlab, Blida

USDB

Faculté des Sciences

Département Informatique

Mémoire pour l'obtention

Du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Informatique

Option : Système d'Information

Sujet :

**Modélisation et simulation par multi-Agent
D'un marché financier. Etude de l'Hétérogénéité
de la spéculation financière**

Présenté par :

-MENASRI Raouf

-MEKHALLET Nabil

Proposé et dirigé par :

- Mme. HEDJAZI Badiàa Dellal

Encadré par :

- Mr. SIDOUMOU Rédha

2009/2010

REMERCIEMENTS

Arrivé au terme de la rédaction de ce mémoire, il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre gratitude et nos remerciements au centre de recherche de l'information scientifique et technique (CERIST) qui nous ont offert un terrain de stage pour concrétiser notre formation d'ingénieur d'état en informatique, et plus particulièrement Mier MEZIANE (directeur du département systèmes d'information et systèmes multimédia DSISM du CERIST) pour son accueil et précieux conseils ainsi qu'à Mme HEDJAZI pour nous avoir donné l'opportunité de nous plonger dans un sujet, aussi passionnant que celui-ci, ainsi que pour son encadrement et son suivi tout au long de l'élaboration de notre PFE, et tous ceux qui, par leur enseignement, leur soutien et leurs conseils, nous ont aidé à sa réalisation.

Enfin, toute notre gratitude va à l'ensemble du corps enseignant de l'université SAAD DAHLAB, qui a contribué directement ou indirectement à l'accomplissement de notre graduation, et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

A la mémoire de mes grands-parents.

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

A mes chers frères et sœurs : Djamel, Hafid, Charafidine, Azzedine, Aicha, Khadija et Salah.

A mes tantes et à mes oncles.

A mes cousins et cousines.

A mes amis (es) : Raouf, Zineb, Sabrina, Mohamed, Besma, Ibtissam, Maria, Hafid, Lwaness, Zineb, Toumi, Hocine, Raouf, Bachir et Abdelkader.

Je dédie ce mémoire.

Nabil

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A mon père (que Dieu ait son âme)

A ma mère qui a éclairé mon chemin et qui m'a encouragé et soutenue

tout au long de mes études

A mes frères :Younes, Ayoub et Zakaria

A ma belle famille.

A tous mes ami(e) s, surtout Nabil, Hafid, Mazouze, Sofiane, Raouf, Riadh, Tarek, chirine, Boukadire, Amina, Sabrina.

Raouf

RESUME

Le marché financier c'est un système complexe de manière que ses intervenants (les trois représentations d'agents : fondamentaliste, stratégique, conventionnaliste) sont hétérogènes. Dans notre travail on a essayé de présenter ces agents hétérogènes et ses interactions dans les marchés financiers comme suit :

Chapitre 1 : on a entamé les marchés financiers pour illustrer ce genre de marché et pour donner quelques terminologies dans ce domaine.

Chapitre 2 : ce chapitre est consacré aux agents et le système multi-agents, en donnant des définitions et des schémas en essayant d'éclairer ce domaine. La plateforme qu'on a utilisé pour développer les agents c'est JADE, cette plateforme est aussi traitée dans l'annexe 2.

Chapitre 3 : la simulation multi-agents et les marchés financiers. Dans ce chapitre on a combiné les deux chapitre précédents pour montrer comment on peut utiliser les agents dans le domaine économique (les marché financiers) et on a représenté les trois modèles d'agent (fondamentaliste, stratégique, conventionnaliste).

Chapitre 4 : on a donné une représentation du système de classeurs. . Il s'agit de systèmes à base de règles répondant à des problèmes d'apprentissage par renforcement, dont le concept original consiste à permettre l'utilisation d'algorithme génétique pour l'apprentissage. On a utilisé ce système dans le développement de nos agents cognitifs (les trois modèles d'agents).

Chapitre 5 : c'est le chapitre de conception et réalisation. On a représenté la conception des trois agents en détails. On a fait la réalisation en utilisant :

Java comme langage de programmation.

Jade comme plateforme de développement des agents.

Art (artificial reasoning toolkit) pour le système de classifieurs et les algorithmes génétiques.

Oracle 11g comme SGBD.

SOMMAIRE

<i>INTRODUCTION GÉNÉRALE</i>	<i>1</i>
<i>CHAPITRE 1 LES MARCHES FINANCIERS</i>	<i>3</i>
<i>1. LE MARCHE FINANCIER</i>	<i>3</i>
<i>1.1 LES PRINCIPAUX MARCHES</i>	<i>3</i>
<i>1.1.1 MARCHES OBLIGATAIRES</i>	<i>4</i>
<i>1.1.2 MARCHES D' ACTIONS</i>	<i>4</i>
<i>1.2 LES INTERVENANTS DU MARCHE FINANCIER</i>	<i>5</i>
<i>1.3 LES DIFFERENTES CATEGORIES DU MARCHE FINANCIER</i>	<i>5</i>
<i>1.4 LES MARCHES SYNCHRONES ET LES MARCHES ASYNCHRONES</i>	<i>6</i>
<i>1.4.1 LE MARCHE SYNCHRONE A BASE DE MARKET MAKER</i>	<i>6</i>
<i>1.4.1.1 LE MODELE SYNCHRONE (avec Market Maker)</i>	<i>6</i>
<i>1.4.2 LES MARCHES ASYNCHRONES</i>	<i>9</i>
<i>1.4.3 LES DIFFERENCES ENTRE LES DEUX MODELES</i>	<i>9</i>
<i>1.4.4 LES MANQUES DES MARCHES ASYNCHRONES</i>	<i>10</i>
<i>1.5 EXEMPLES DES GRANDS MARCHES FINANCIERS</i>	<i>11</i>
<i>1.5.1 NASDAQ</i>	<i>11</i>
<i>a. PARTICIPANTS AU NASDAQ</i>	<i>12</i>
<i>1.5.2 NYSE</i>	<i>12</i>
<i>a. FONCTIONNEMENT DE NYSE</i>	<i>13</i>
<i>1.5.3 EURONEXT</i>	<i>15</i>
<i>a. LES MEMBRES DU MARCHE</i>	<i>17</i>
<i>b. LES PRODUITS FINANCIERS</i>	<i>19</i>
<i>c. LES ORDRES</i>	<i>20</i>
<i>c.1 TYPES D' ORDRES</i>	<i>21</i>
<i>d. COTATION D' UN TITRE FINANCIER</i>	<i>22</i>
<i>e. LES DEUX PRINCIPALES TECHNIQUES D' EVALUATION D' UNE ACTION</i>	<i>23</i>
<i>e.1 L' ANALYSE FONDAMENTALE</i>	<i>23</i>
<i>e.2 L' ANALYSE TECHNIQUE :</i>	<i>23</i>
<i>e.2.1 L' ANALYSE GRAPHIQUE (chartiste)</i>	<i>24</i>
<i>e.2.2 L' ANALYSE STATIQUE</i>	<i>24</i>
<i>CHAPITRE 2 LES AGENTS ET LES SYSTEMES MULTI-AGENT</i>	<i>28</i>
<i>INTRODUCTION</i>	<i>28</i>
<i>1. L' AGENT</i>	<i>28</i>
<i>1.1 DEFINITION</i>	<i>29</i>
<i>1.1.1 ENVIRONNEMENT</i>	<i>29</i>

1.1.2	SITUE	29
1.1.3	AUTONOMIE	29
1.1.4	FLEXIBLE	29
a.	LA CAPACITE DE REAGIR A TEMPS	29
b.	PROACTIF	29
c.	SOCIABILITE	29
1.2	LA REPRESENTATION D'UN AGENT	30
1.3	ARCHITECTURE D'UN AGENT	30
1.3.1	AGENT REACTIF	31
1.3.3	AGENT HYBRIDE	32
1.4	L'APPRENTISSAGE DE L'AGENT	33
1.5	LES TYPES D'APPRENTISSAGE D'AGENT	33
1.5.1	APPRENTISSAGE PAR LES SYSTEMES DE CLASSEURS	33
1.5.2	APPRENTISSAGE PAR LES ALGORITHMES GENETIQUES	33
1.5.3	APPRENTISSAGE PAR LES RESEAUX DE NEURONE	33
1.5.4	APPRENTISSAGE BAYESIEN	34
2.	LES SYSTEMES MULTI-AGENTS	34
2.1	LES METHODES DE COOPERATION ENTRE AGENTS	34
2.1.1	LA COORDINATION	35
2.1.2	NEGOCIATION	35
2.1.3	COLLABORATION	35
2.2	CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES MULTI-AGENTS	36
2.3	LES DEFERENTES TECHNIQUES DE COMMUNICATION ENTRE AGENTS	36
3.	LES LANGAGES DE COMMUNICATION KQML ET FIPA-ACL	38
3.1	FIPA-ACL	39
4.	LES METHODES DE CONCEPTION POUR LES SYSTEMES MULTI-AGENTS	40
4.1	LA METHODES DE CASIOPEA	40
4.2	LA METHODE DE GAIA	40
4.3	L'APPROCHE VOYELLES (AEIOU)	40
5.	DOMAINES D'APPLICATION D'UN SMA	41
	CHAPITRE 3 LA SIMULATION MULTI-AGENT	42
	DES MARCHES FINANCIERS	42
1.	INTRODUCTION	42
2.	UN MODELE SIMULÉ ET LE SYSTEME MULTI-AGENT	42
2.1	LE MODELE CENTRE GROUPE ET LE MODELE CENTRE INDIVIDUS	43
2.1.1	LE MODELE CENTRE GROUPE	43
2.1.2	LES MODELES CENTRES INDIVIDUS	44
3.	LES SMA ET LA SIMULATION DE MARCHES FINANCIERS	44

3.1 LES TROIS MODELES D'AGENTS	45
3.1.1 LE MODELE FONDAMENTALISTE	45
3.1.2 LE MODELE STRATEGIQUE	46
3.1.3 LE MODELE CONVENTIONNALISTE	48
CHAPITRE 4 LES SYSTEMES DE CLASSEURS	50
1. LES SYSTEMES DE CLASSEURS	50
1.1. STRUCTURE	51
1.2. ENVIRONNEMENT	53
1.2.1. STATIQUE	53
1.2.2. DYNAMIQUE	53
1.2.3. MARKOVIAN/NON MARKOVIAN	53
1.3. RESOLUTION DES SYSTEMES DE CLASSEURS	54
1.4. EVOLUTION DES SYSTEMES DE CLASSEURS	54
1.5 ARCHITECTURE ORIGINALE	55
1.5.1 LES TROIS PRINCIPAUX SYSTEMES DE CLASSEURS	56
1.6 APPRENTISSAGE PAR RENFORCEMENT	56
1.7 LA FONCTION DE REWARD(récompense)	57
1.8 L'ALGORITHME D'APPRENTISSAGE PAR RENFORCEMENT	57
1.8.1 LES METHODES INDIRECTES (model-based reinforcement learning)	57
1.8.2 LES METHODES DIRECTES (model-free reinforcement learning)	58
2. L'ALGORITHME GENETIQUE	58
2.1 LE CODAGE	60
2.2 L'OPERATEUR DE SELECTION	61
2.3 L'OPERATEUR DE CROISEMENT	61
2.4 L'OPERATEUR DE MUTATION	63
3. APPROCHE DE SYSTEME DE CLASSEUR	64
3.1. L'APPROCHE DE TYPE PITTSBURG	64
3.2. L'APPROCHE DE TYPE MICHIGAN	64
3.2.1 L'ALGORITHME "BUCKET BRIGADE"	65
CHAPITRE 5 CONCEPTION ET REALISATION	67
1. CHOIX DU MARCHE A MODELISER	67
2. CHOIX DE LA METHODOLOGIE	68
2.1 LA METHODE VOYELLES	68
3. ANALYSE	70
3.1 IDENTIFICATION DES AGENTS	70
3.2 SCHEMA GENERAL DE NOTRE SYSTEME	71
3.3 IDENTIFICATION DES INTERACTIONS	72
3.4 LES INTERACTIONS ENTRE LES AGENTS DU SYSTEME.....	72

3.5 LES INTERACTIONS ENTRE LE SYSTEME ET L'UTILISATEUR	72
4.1 PROTOCOLES D'INTERACTIONS DU SYSTEME	74
4.1.1 PROTOCOLE (consultation du prix)	74
4.1.2 PROTOCOLE (Enregistrement d'un ordre)	75
4.1.3 PROTOCOLE (Confirmation d'une transaction)	76
4.1.4 PROTOCOLE (Annulation d'un ordre)	77
4.1.5 PROTOCOLE (Récupération des informations)	78
4.2 LES CLASSES D'AGENTS	79
4.2.1 L'AGENT MARCHE	79
4.2.2 L'AGENT INVESTISSEUR	82
4.3.1 MODELISATION DU SYSTEME DE CLASSEUR (SC)	85
4.4 DIAGRAMMES D'ACTIVITES DES AGENTS	86
4.4.1 DIGRAMME D'ACTIVITE DE L'AGENT MARCHE	86
4.4.2 DIAGRAMME D'ACTIVITE DE L'AGENT INVESTISSEUR	87
4.5 CONCEPTION DE LA BASE DE DONNEES	88
4.5.1 IDENTIFICATION DES CLASSES	88
4.5.2 DESCRIPTION DES CLASSES	89
4.5.3 DESCRIPTION DES ASSOCIATIONS	90
5. CONCEPTION DES TROIS MODELES DE MARCHE	90
5.1 LE MODELE FONDAMENTALISTE	90
5.1.1 LA CONCEPTION	91
5.2 LE MODELE STRATEGIQUE	93
5.2.1 LE STRATEGE	93
5.2.2 LES AGENTS NAIFS	99
5.3 LE MODELE CONVENTIONNALISTE	102
5.3.1 LES CONDITIONS	102
5.3.2 L'ACTION	105
5.3.3 L'EXECUTION DE L'ORDRE	106
5.3.4 LA FONCTION DU REWARD	106
6. LES OUTILS DE DEVELOPPEMENT	107
6.1 ENVIRONNEMENT DE DEVELOPPEMENT	107
6.1.1 LA PLATEFORME MULTI-AGENT	107
6.1.2 LE LANGAGE DE PROGRAMMATION	108
6.1.3 LE SGBD	108
6.1.4 LE MODULE D'APPRENTISSAGE	109
7. LES INTERFACES DE L'APPLICATION	110
8. CONCLUSION GENERALE	120
LES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	121
ANNEXE 1 : LA BIBLIOTHEQUE ART	125
ANNEXE 2 : LA PLATE-FORME JADE	133