

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Informatique

Option : Systèmes d'information

Thème

**Jeux évolutionnistes pour la modélisation et la
simulation multi-agent d'un marché financier**

Réalisé par

- Nassima Djazia CHEROUK

Encadré par

- Mme Badiâa HEDJAZI, DELLAL

Soutenu le : 01/12/2010

Devant le jury composé de :

- Présidente : Meriem HADJ MOUSSA
- Assesneur 1 : Yacine AIT ALI YAHIA
- Assesneur 2 : Safia BOURAI
- Assesneur 3 : Badiâa HEDJAZI, DELLAL

Promotion : 2009/2010

DEDICACES

*A ma mère et mon père pour leur présence et leur soutien inconditionnel,
A Meriem et Talou source de joie et de bonne humeur,
A Mounira, Ryma et Imène pour tous ces bons moments passés ensemble, votre amitié est
extraordinaire,
A Myassa.*

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier ma promotrice Mme HEDJAZI de m'avoir encadré tout au long de ce présent projet, je lui suis très reconnaissante pour son aide précieuse, ses orientations et sa disponibilité qui ont été d'un grand apport.

Mes remerciements vont aussi à Mr MEZIANE (Directeur de la Division Systèmes d'Information et Systèmes Multimédia : DSISM, au sein du Centre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique : CERIST), qui m'a offert un terrain de stage.

Je souhaite remercier Mme AIT ALI YAHIA pour toute son aide et sa compréhension en tant qu'enseignante et co-encadreur.

Je remercie également les membres du jury qui ont consenti à évaluer et à juger mon travail.

Pour finir, je souhaite exprimer ma gratitude à tous ceux qui m'ont prodigué leurs encouragements tout au long de ces cinq dernières années d'études.

Résumé

Les marchés financiers sont des systèmes complexes composés d'entités en forte interaction et évoluant dans un environnement très incertain. Leur étude, modélisation et simulation nécessite d'un côté l'utilisation d'une technologie adaptée qu'est les systèmes multi-agents pour la construction de modèles de ces marchés et de l'autre côté la théorie des jeux évolutionnistes pour la formalisation des interactions, des stratégies d'investissement, de la dynamique globale et du processus d'émergence d'équilibre.

Les systèmes de classeurs sont aussi des structures évoluées pour l'étude de l'aspect évolutionniste et adaptatif, caractéristiques principales des différents intervenants (investisseurs) des marchés financiers.

L'objectif du projet est d'étudier, d'analyser et de simuler la dynamique globale d'un marché financier en utilisant la théorie des jeux évolutionnistes comme cadre formel pour les stratégies d'investissement à travers la création de trois modèles de marchés financiers qui sont le modèle fondamentaliste, le modèle stratégique et le modèle conventionnaliste et qui résument les différents comportements spéculatifs rencontrés dans les marchés réels. Chacun de ces modèles a été construit à base d'un système multi-agent. Les agents investisseurs du système sont modélisés avec des systèmes de classeurs.

Mots-clés : Marché financier, système multi-agent, décision, système de classeurs, théorie des jeux évolutionnistes, investisseur.

Table des matières

Introduction Générale.....	1
Partie État de l' Art.....	3
Chapitre I : Les Marchés Financiers.....	4
1. DEFINITION D'UN MARCHÉ FINANCIER.....	5
2. QUELQUES MARCHES FINANCIERS REELS.....	5
2.1. NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automated Quotations).....	5
2.2. NYSE (New York Stock Exchange).....	7
2.3. EURONEXT.....	8
3. SPECULATION ET DECISIONS SPECULATIVES.....	13
3.1. TROIS REPRESENTATIONS COHERENTES : MODELES FONDAMENTALISTE, STRATEGIQUE, CONVENTIONNALISTE.....	14
3.2. DEUX CATEGORIES DE SIGNAUX EXOGENES/ENDOGENES.....	17
3.3. SIX REGLES DE DECISION SPECULATIVE.....	18
4. MARCHES FINANCIERS ARTIFICIELS.....	20
4.1. MODELES CENTRES GROUPES ET LEURS LIMITES.....	20
4.2. MODELES CENTRES INDIVIDUS.....	23
5. CONCLUSION.....	29
Chapitre II : Les Systèmes Multi-Agents.....	30
1. LE CONCEPT D'AGENT.....	31
1.1. DEFINITIONS ET CARACTERISTIQUES.....	31
1.2. TYPOLOGIES D'AGENTS.....	32
2. LES SYSTEMES MULTI-AGENTS.....	35
2.1. DEFINITIONS.....	34
2.2. MODELES DES SYSTEMES MULTI-AGENTS.....	36
2.3. APPRENTISSAGE DES AGENTS.....	37
2.4. LANGAGES DE COMMUNICATION.....	39
2.5. METHODOLOGIES DE CONCEPTION DES SMA.....	41
2.6. PLATEFORMES DE DEVELOPPEMENT POUR LES SMA.....	44
3. CONCLUSION.....	46

Chapitre III : Les Jeux Evolutionnistes.....	47
1. THEORIE DES JEUX (CLASSIQUE).....	48
2. THEORIE DES JEUX EVOLUTIONNISTES.....	49
2.1. DILEMME DU PRISONNIER.....	49
2.2. LES STRATEGIES EVOLUTIONNAIREMENT STABLES (SES).....	50
2.3. LE PROBLEME DU BAR « EL FAROL ».....	51
2.4. JEU DE MINORITE.....	52
2.5. CONCOURS DE BEAUTE DE KEYNES.....	54
2.6. JEU DE MAJORITE.....	54
2.7. JEU DE MINORITE ET LE JEU DE MAJORITE DANS LES MARCHES FINACIERS.....	56
2.8. JEUX DE COORDINATION.....	56
3. COMMUNICATION DANS LES JEUX EVOLUTIONNISTES.....	57
4. CONCLUSION.....	59
Chapitre IV : Les Systèmes de Classeurs.....	60
1. DEFINITION ET CARACTERISTIQUES.....	61
2. QUELQUES NOTIONS.....	61
2.1. APPARIEMENT.....	61
2.2. GENERALISATION.....	61
2.3. SPECIALISATION.....	62
3. ARCHITECTURE GENERALE DU SYSTEME DE CLASSEURS.....	62
4. APPRENTISSAGE AVEC DES ALGORITHMES GENETIQUES.....	63
5. ALGORITHME DU BUCKET-BRIGADE.....	66
6. FONCTIONNEMENT DES ALGORITHMES DU LCS.....	67
7. AUTRES ARCHITECTURES.....	67
7.1. ZCS (Zeroth-level Classifier System).....	67
7.2. XCS.....	68
7.3. ACS.....	68
8. SYSTEMES DE CLASSEURS DANS LA MODELISATION DES MARCHES FINANCIERS.....	68
9. CONCLUSION.....	69
Partie Conception et Réalisation.....	70
Chapitre V : Analyse et Conception du Système.....	71
1. CHOIX DU MARCHE.....	72

2. CHOIX DE LA METHODOLOGIE.....	72
3. ANALYSE.....	72
3.1. IDENTIFICATION DES AGENTS.....	72
3.2. IDENTIFICATION DES UTILISATEURS.....	73
3.3. ENVIRONNEMENT DU SYSTEME.....	74
3.4. IDENTIFICATION DES INTERACTIONS.....	74
3.5. SCHEMA GENERAL DU SYSTEME.....	74
3.6. ORGANISATION.....	75
4. CONCEPTION DU SYSTEME.....	76
4.1. ARCHITECTURES INTERNES DES AGENTS.....	76
4.2. PROTOCOLES D'INTERACTIONS DU SYSTEME.....	78
4.3. LES TROIS CONFIGURATIONS DU MARCHE.....	80
4.4. CLASSES D'AGENTS.....	96
4.5. CALCUL DU PRIX.....	101
4.6. CONCEPTION DE LA BASE DE DONNEES.....	102
5. CONCLUSION.....	109
Chapitre VI : Réalisation du Système.....	110
1. ENVIRONNEMENT DE DEVELOPPEMENT.....	111
1.1. LA PLATEFORME MULTI-AGENT.....	111
1.2. LE LANGAGE DE PROGRAMMATION.....	111
1.3. LE SGBD.....	112
1.4. LE MODULE D'APPRENTISSAGE.....	112
2. ARCHITECTURE LOGICIELLE DU PROTOTYPE.....	113
3. FONCTIONNEMENT DU SMA.....	114
3.1. DEROULEMENT D'UNE COTATION POUR L'AGENT MARCHE.....	115
3.2. PRISE DE DECISION ET EMISSION D'UN ORDRE POUR LES AI DANS LE MODELE FONDAMENTALISTE.....	116
3.3. PRISE DE DECISION ET EMISSION D'UN ORDRE POUR LES AI DANS LE MODELE STRATEGIQUE.....	117
3.4. PRISE DE DECISION ET EMISSION D'UN ORDRE POUR LES AI DANS LE MODELE CONVENTIONNALISTE.....	119
4. LES INTERFACES HOMME/MACHINE.....	120
4.1. LES INTERFACES DE PARAMETRAGES DE LA SIMULATION.....	120
4.2. L'INTERFACE DE SUIVI ET DE GESTION DE LA SIMULATION.....	124

4.3. L'INTERFACE DE RECHERCHE DES RESULTATS.....	124
4.4. L'INTERFACE DE COMPARAISON DES RESULTATS.....	126
5. TESTS ET RESULTATS DES SIMULATIONS.....	127
5.1. TESTS SUR LE MODELE FONDAMENTALISTE.....	127
5.2. TESTS SUR LE MODELE STRATEGIQUE.....	130
5.3. TESTS SUR LE MODELE CONVENTIONNALISTE.....	134
5.4. COMPARAISON DES TROIS MODELES DE MARCHES.....	137
5.5. AUTRES TESTS POSSIBLES.....	138
6. CONCLUSION.....	139
Conclusion Générale.....	140
Bibliographie.....	141
Webographie.....	146
Annexe I : Synthèse d'AUML.....	147
Annexe II : La plateforme JADE.....	154
Annexe III : La Bibliothèque ART.....	166
Annexe IV : La Librairie JUNG.....	173