

## Mémoire de fin d'études

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

**Option : Systèmes d'information**

### Thème

**Alignement d'ontologies basé sur les systèmes  
multi-agents**

**Réalisé par**

- REBOUH DJAMEL-EDDINE
- REBAI SAMIR

**Encadré par**

- Mme LAMIA BOUMELLIL
- Mme HAKIMA MELLAH

**Soutenu le : 26/06/2011**

**Devant le jury composé de :**

- **Président: LADGHAM Amina**
- **Assesseur 1: SAID EL HADJ Linda**
- **Assesseur 2: MOSTEFAI Med Amine**
- **Assesseur 3: MELLAH Hakima**

**Promotion : 2010/2011**

## Résume :

Avec le développement des technologies et des paradigmes, en particulier le World Wide Web, nous nous trouvons face au passage du Web classique au Web sémantique, ce dernier qui permet à des modules logiciels de faire des traitements automatiques pour permettre non seulement aux humains d'interagir avec des machines, mais également aux machines d'inter-opérer et d'interagir entre elles. Ceci est possible grâce aux ontologies qui permettent d'exploiter les ressources du Web par des applications (ou des agents) étant donné qu'elles représentent un consensus et permettent le partage. Les ontologies ont trouvé une place centrale puisqu'elles représentent le noyau du web sémantique

Les ontologies sont généralement hétérogènes. Nous pouvons trouver plusieurs ontologies qui décrivent des domaines semblables avec des terminologies et des représentations différentes ou des domaines complémentaires. Cette hétérogénéité a engendré un problème d'interopérabilité entre les différentes sources d'informations réparties sur le Web. L'urgence actuelle est d'avoir un mécanisme qui permet une interopérabilité entre les ontologies se rapprochant sémantiquement.

Souvent pour disposer d'une information sur le Web, nous avons besoin d'utiliser plusieurs sources distribuées annotées par des ontologies. L'interaction entre ces sources s'avère donc nécessaire.

La solution pour permettre de tirer profit d'ontologies distribuées est leur comparaison qui établit les correspondances sémantiques entre elles.

L'alignement d'ontologie représente le noyau dans cette solution d'où l'objectif principal de ce travail est la composition de deux (ou plusieurs) contenus étant annotés par des ontologies,

Pour modéliser un processus d'alignement d'ontologies, on voudrait utiliser le paradigme 'systèmes multi agents' vu qu'il est connu par ses moyens de communications pour une meilleure qualité des résultats attendus d'un processus donné.

**Mots clés :** Ontologies, Mapping, Interopérabilité, Alignement, systèmes multi agents.

# Remerciements

*Nos remerciements vont en premier lieu aux personnes du centre de recherche pour 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 nos promoteurs de stage Mme L. BOUMELLIL et Mme H.MELLAH qui nous ont encadrés durant toute la période du stage et qui nous ont éclairés par leurs expériences. Nous leur reconnaissons leur entière disponibilité, leur soutien et leurs orientations.*

*Nous tenons à adresser un immense remerciement à Mme F.NADER, pour son suivi, son aide et ses conseils.*

*Nous remercions également tous nos enseignants pour toutes les connaissances qu'ils nous ont inculquées.*

*Pour terminer, nous remercions également chacun des membres du jury pour nous avoir fait l'insigne honneur d'accepter de juger notre travail,*

*Enfin, toute notre gratitude va à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Louange à Dieu, le seul et unique.*

*Je dédie ce travail*

*À ma chère mère et mon cher père, qui  
m'ont soutenu, orienté et encouragé tout*

*au long de mes études,*

*À mes frères et sœurs,*

*À toute ma famille,*

*À tous mes amis et camarades,*

*À tous ceux que j'aime et qui m'aiment,*

*À mon ami et camarade de ce mémoire*

*Djamel et toute sa famille,*

*À tous qui ont participé à ce travail de  
prés ou de loin,*

*À tous les travailleurs de CERIST sans  
exception.*

*Samir*

# Dédicaces

*Je dédie ce mémoire*

*À mes très chers parents qui m'ont toujours encouragé et orienté  
durant mes années d'études.*

*Particulièrement à ma mère qui a toujours été présente à mes  
cotés, la femme à qui je dois tout.*

*Et très spécialement à mon père, sans qui, tout aurait été presque  
impossible, l'homme qui m'a soutenu avec tout ce qu'il a.*

*À ma grande sœur Amel et son mari Redouane, à qui je souhaite  
beaucoup de bonheur.*

*À mes chères sœurs et au petit adorable Djalel-eddine, à qui je  
souhaite beaucoup de succès.*

*À tous mes amis et camarades qui m'ont toujours soutenu.*

*Sans oublier avec qui j'ai partagé cette expérience, celui qui a  
contribué à ce travail avec beaucoup de sérieux, je cite : Samir.*

*Djamel-eddine*

# Table des matières

INTRODUCTION GENERALE .....	XII
-----------------------------	-----

## **PARTIE 1 : ETAT DE L'ART**

### **Chapitre 1 : L'interopérabilité des Ontologies**

INTRODUCTION .....	14
I. Le Web Sémantique.....	15
II. Ontologie.....	16
II.1 Définition d'une ontologie .....	16
II.2 Les composants d'une ontologie.....	17
II.3 Typologie des ontologies .....	17
II.3.1 Les ontologies générales .....	17
II.3.2 Les ontologies du domaine.....	17
II.3.3 Les ontologies applicatives .....	18
II.4 La construction des ontologies.....	18
II.4.1 Les méthodologies de construction d'ontologies.....	18
II.4.1.1 Conceptualisation.....	18
II.4.1.2 Formalisation.....	18
II.4.1.3 Implémentation.....	18
II.4.2 Le cycle de vie des ontologies.....	19
II.5 Langages de représentation des ontologies .....	19
✓ RDF et RDF Schéma .....	20
✓ OWL .....	20
II.6 Outils pour l'ingénierie d'ontologies .....	21
✓ Protégé .....	21
✓ Kaon.....	21
III. Interopérabilité des ontologies.....	22
III.1 Types d'hétérogénéité.....	22
III.1.1. Le niveau syntaxique .....	22
III.1.2. Le niveau terminologique .....	22
III.1.3. Le niveau conceptuel .....	23
III.1.4. Le niveau sémiotique ou pragmatique .....	24
III.2 Techniques pour l'interopérabilité d'ontologies.....	24
III.2.1 Le Matching des ontologies .....	25
III.2.1.1. Techniques de matching .....	26
A. Les systèmes à techniques individuelles .....	27
A.1 Les méthodes terminologiques.....	27
A.2 Les méthodes structurelles.....	31
A.3 Les méthodes extensionnelles.....	32

A.4 Les méthodes sémantiques.....	33
B. Les systèmes combinatoires .....	34
III.2.1.2 Différentes applications nécessitant le matching .....	36
III.2.2 Le mapping d'ontologies .....	36
III.2.3 La fusion d'ontologies .....	37
III.2.4 L'alignement des ontologies .....	38
III.2.4.1 Dimensions de l'alignement .....	39
III.2.4.2 Outils d'alignement d'ontologies.....	40
III.2.4.3 Comparaison des différents outils et Framework .....	41
III.2.4.4 Evaluation de l'alignement .....	42
CONCLUSION.....	44

## Chapitre 2 : Les systèmes multi-agents

INTRODUCTION .....	45
I. Les agents .....	45
I.1 définition d'un agent .....	45
I.2 Les caractéristiques d'un agent .....	46
I.3 Architectures d'Agents .....	46
I.3.1 Agent reflexe simple.....	47
I.3.2 Agent reflexe à etats .....	47
I.3.3 Agent à base de buts .....	48
I.3.4 Agent à base d'utilité.....	49
I.3.5 Agents BDI.....	49
I.4 Typologie des agents .....	50
a. Agents réactifs .....	50
b. Agents cognitifs .....	51
c. Agents hybrides .....	51
I.5 Comparaisons entre agents cognitifs et agents réactifs .....	52
II. Les Systèmes Multi-Agents .....	52
II.1 Définition d'un système multi-agents .....	52
II.2 Les interactions dans les SMA.....	53
II.2.1 Coopération dans les Systèmes Multi-Agents.....	53
II.2.2 Coordination dans les Systèmes Multi-Agents .....	54
II.2.2.1 La Coordination par négociation .....	54
II.2.2.2 Coordination par allocation de tâches .....	54
II.2.2.3 Coordination basée sur des structures organisationnelles .....	55
II.2.2.4 Coordination par planification .....	55
II.2.3 La communication dans les SMA .....	55
II.2.3.1 Stratégies de communication dans les SMA .....	56
✓ La communication par mémoire partagée .....	56
✓ La communication par envoie de messages.....	56

II.2.3.2 Langage de communication entre agents .....	57
✓ KQML .....	57
✓ FIPA-ACL .....	58
II.3 méthodologie de conception des SMA .....	59
✓ La méthode VOYELLES .....	60
II.4 Les plateformes de développement des SMA .....	60
CONCLUSION .....	61

## **PARTIE 2 : CONCEPTION DU SYSTEME**

INTRODUCTION .....	62
I. Architecture de notre approche AOA .....	63
I.1 Le Processus de Mapping .....	64
I.1.1 L'extraction des entités d'ontologies .....	64
I.1.2 Normalisation d'entités .....	64
I.1.3 Similarité terminologique .....	66
I.1.3.1 Similarité syntaxique .....	67
I.1.3.2 Similarité linguistique .....	68
I.1.3.3. Combinaison des résultats des méthodes terminologique .....	69
I.1.4 Similarité structurelle et sémantique .....	70
I.1.4.1 Similarité structurelle .....	70
a. Similarité des voisinages .....	71
b. Similarité des relations .....	73
I.1.4.2 Similarité sémantique .....	74
I.1.5 Génération des mappings candidats .....	75
I.1.6 Filtrages des mappings candidats .....	75
a. Filtre à base de seuil .....	76
b. Filtre structurelle .....	77
I.2 Le processus d'alignement .....	78
II. Conception du système Multi-agents .....	78
II.1 La méthodologie Voyelles .....	79
II.1.1 La phase d'analyse .....	79
II.1.1.1 L'environnement .....	79
II.1.1.2 Agents .....	80
II.1.1.3 Identification des utilisateurs .....	79
II.1.1.4 Organisation .....	80
II.1.1.5 Interactions .....	83
II.1.2 La phase de conception .....	86
II.1.2.1 Les agents cognitifs .....	86
II.1.2.2 Les agents réactifs .....	87
CONCLUSION .....	88



## PARTIE 3 : REALISATION DU SYSTEME

INTRODUCTION .....	89
I. Environnement de développement .....	89
I.1 La plate forme JADE.....	89
I.2 Outil d'exploitation d'ontologies .....	90
I.3 Langage de programmation .....	90
II. Architecture logicielle du prototype .....	91
III. Présentation des modules fonctionnels de AOA.....	92
IV. Evaluation de l'approche AOA .....	98
IV.1 Méthodologie d'évaluation d'alignement .....	98
IV.2 Etude comparative du système AOA (avec et sans Agents) .....	101
CONCLUSION.....	103
CONCLUSION GENERALE.....	104
Références Bibliographiques .....	106
ANNEXES	
ANNEXE A : Méthodologie de conception des SMA .....	109
ANNEXE B : Les plateformes de développement des SMA .....	110

### Liste Des Figures

<b>Figure 1.</b> L'architecture du web sémantique.....	14
<b>Figure 2.</b> Le cycle de vie d'une ontologie .....	19
<b>Figure 3.</b> Les trois dimensions de l'hétérogénéité au niveau conceptuel.....	23
<b>Figure 4.</b> Exemple de relations entre deux ontologies.....	24
<b>Figure 5.</b> Les catégories des mesures de similarité selon différents technique.....	35
<b>Figure 6.</b> Le mapping des ontologies.....	37
<b>Figure 7.</b> Le principe de la fusion d'ontologie.....	38
<b>Figure 8.</b> La fonction matcher dans une approche d'alignement.....	39
<b>Figure 9.</b> Les trois dimensions de l'alignement.....	39
<b>Figure10.</b> Schéma d'un agent à réflexes simple .....	47
<b>Figure11.</b> Schéma d'un agent réflexe à états .....	48
<b>Figure12.</b> Schéma d'un agent à base de buts .....	48
<b>Figure13.</b> Schéma d'un agent à base d'utilité .....	49
<b>Figure 14.</b> diagramme d'une architecture BDI .....	50
<b>Figure 15.</b> Structure de fonctionnement de l'agent cognitif .....	51
<b>Figure 16.</b> Architecture multicouches.....	52
<b>Figure 17.</b> Communication par tableau noir .....	56
<b>Figure 18.</b> Communication par envoi de messages.....	57
<b>Figure 19.</b> La structure d'un message KQML .....	57
<b>Figure 20.</b> La structure d'un message FIPA-ACL .....	59
<b>Figure 21.</b> L'architecture du système AOA.....	63

<b>Figure 22.</b> Processus de calcul de similarité terminologique.....	66
<b>Figure 23.</b> Etablissement d'Alignement entre deux ontologies.....	78
<b>Figure 24.</b> Structure organisationnelle de l'approche AOA.....	82
<b>Figure 25.</b> Représentation graphique de l'architecture de communication des agents.....	84
<b>Figure 26.</b> Diagramme d'activités du processus mapping.....	85
<b>Figure 27 :</b> Architecture logicielle du système AOA.....	91
<b>Figure 28.</b> Interface Principale de AOA.....	92
<b>Figure 29 :</b> Interface permettant le chargement d'ontologies.....	92
<b>Figure 30 :</b> Interface permettant la configuration des seuils.....	93
<b>Figure 31 :</b> Interface des agents de AOA.....	93
<b>Figure 32 :</b> Exemple de changement de messages entre les agents dans AOA.....	94
<b>Figure 33 :</b> Exemples d'hiérarchie de concepts d'ontologie hotelA.owl.....	94
<b>Figure 34 :</b> Graphe des deux Ontologies hotelA.owl et hotelB.owl.....	95
<b>Figure 35 :</b> Table des similarités terminologique entre les couples des concepts.....	96
<b>Figure 36:</b> Table des similarités structurelle entre les relations.....	97
<b>Figure 37 :</b> Graphviz d'alignement d'ontologies hotelA et hotelB.....	97
<b>Figure 38.</b> Les modèles de GAIA.....	108
<b>Figure 39.</b> Conteneurs et plateformes.....	111
<b>Figure 40.</b> Interface graphique d'un RMA.....	112

## Liste Des Tableaux

<b>Tableau 1.</b> Domaines d'application des mesures de similarité.....	30
<b>Tableau 2.</b> Comparaison des différents outils et Framework.....	41
<b>Tableau 3 .</b> Comparaison entre agents cognitifs et agents réactifs.....	52
<b>Tableau 4.</b> Les règles des matchers structurels.....	70
<b>Tableau 5.</b> Structure du tableau de partage dans l'approche AOA.....	79
<b>Tableau 6.</b> Les paires d'ontologies dans la campagne de tests OAEI.....	98
<b>Tableau 7.</b> Les résultats obtenus avec la paire Computer Networks.....	99
<b>Tableau 8 :</b> Les résultats obtenus avec la paire Hôtels.....	100
<b>Tableau 9 :</b> Comparaison des systèmes d'alignement d'ontologies AOA et AO.....	102

## Liste Des Graphes

<b>Graphe 1 :</b> Graphe des résultats obtenus avec la paire Computer Networks.....	100
<b>Graphe 2 :</b> Graphe des résultats avec la paire d'ontologies Hôtels.....	101