

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

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

**THESE**

Présentée à :

**Institut National d'Informatique**

**(INI) – ALGER -**

en vue de l'obtention du diplôme de

**MAGISTER**

Spécialité : **Informatique**

Option : **Systèmes Informatiques**

Par

**Melle. ZEGHACHE Linda**

**Un modèle d'architecture pour  
l'interopérabilité  
des systèmes d'agents mobiles**



Soutenue le 24 / 12 / 2005, devant le Jury :

**Mr. D. Zegour** Professeur (I.N.I)

**Président**

**Mr. N. Badache** Professeur (U.S.T.H.B.)

**Directeur de Thèse**

**Mme. A. Almaouhab** chargée de recherche (C.E.R.I.S.T)

**Co-Promotrice**

**Mme. Z. Alimazighi** Professeur (U.S.T.H.B.)

**Examinatrice**

**Mr. A. Balla** Maître de Conférence (I.N.I)

**Examineur**

## Résumé

Le modèle Client/Serveur n'arrive plus à satisfaire les nouveaux besoins des applications distribuées sur le réseau Internet telles que la recherche d'information ou le commerce électronique, en terme de consommation de bande passante, de temps de réponse et de qualité de service. De plus, à l'ère de la mobilité et la communication nomade, le Client/Serveur impose des coûts qui freinent la généralisation de ces technologies au grand public.

Les agents mobiles apportent des réponses techniques à ces préoccupations. Il existe un nombre important de systèmes d'agents mobiles commerciaux et expérimentaux destinés à aider à développer diverses applications distribuées. Toutefois il n'existe pas de ligne directive commune pour construire les systèmes d'agents mobiles. Les architectures proposées sont souvent incompatibles. Si cela ne pose pas de problème dans un univers « fermé », il est tout autrement dans le cas d'Internet.

Une façon de contourner cette difficulté serait de prévoir une norme capable de s'imposer sur ces différents « serveurs d'agents » afin de permettre l'interopérabilité des différentes architectures d'agents mobiles.

Ces dernières années, on a vu l'émergence de plusieurs efforts de standardisation, les plus importants concernent les spécifications MASIF (Mobile Agent System Interoperability Facilities) proposés par l'Object Management Group (OMG) et FIPA (Foundation for Physical Intelligent Agents). Bien que ces deux standards partagent un but commun, MASIF et FIPA adoptent des religions différentes pour assurer l'interopérabilité.

Dans le cadre du projet, nous allons analyser les avantages et les inconvénients de chaque norme puis étudier leurs points de convergences et de divergences. En se basant sur cette analyse, nous allons essayer d'intégrer ces deux efforts de standardisation pour proposer un modèle d'architecture assurant l'interopérabilité des systèmes d'agents mobiles.

**Mots Clés : Agent mobile, Système d'agents mobiles, Interopérabilité, Standard, MASIF, FIPA, Migration, Communication.**

## *Abstract*

The Client/Server model does not manage any more to satisfy the new needs for the distributed systems on the Internet such as information research or the electronic commerce, in term of consumption of band-width, response time and quality of service. Moreover, in mobile environment and nomadic communication, the Client/Server imposes costs which slow down the generalization of these technologies to general public.

The mobile agents bring technical solution to these concerns. There is a significant number of commercial and experimental mobile agent systems intended to help development of various distributed applications. However there is not common guideline to build mobile agent systems. Architectures developed are often incompatible. If that does not pose a problem in a “closed” universe, it is differently in the case of Internet.

An important goal in mobile agent technology is interoperability between various agent systems. A way of achieving this goal would be to envisage a standard to be imposed on these various “agent systems” in order to allow the inter working of various architectures of mobile agents. During the past years, different scientific communities gave birth to different standardization actions, such as the Foundation for Physical Intelligent Agents (FIPA) and the Object Management Group’s MASIF (Mobile Agent System Interoperability Facilities). Although they finally share some major targets, the OMG and FIPA current results show their distinct origins, particularly for interoperability between or within distributed system. In this paper, we first analyze the similarities and differences, advantages and disadvantages of the Object Management Group (OMG) mobile agent and the Foundations for Intelligent Physical Agents (FIPA) intelligent agent approaches. Based on the analysis, we try to integrate these two standards to propose an architectural model for mobile agent system interoperability.

**Key Words:** Mobile agent, Mobile agent system, Interoperability, Standard, MASIF, FIPA, Mobility, Communication.

# Table des matières

## Introduction Générale

1. Contexte général .....	1
2. Problématique .....	2
3. Objectifs de la recherche .....	3
1. Organisation de la thèse .....	4

## Première partie : Etat de l'art

### Chapitre I : Les Agents Mobiles

1. Introduction .....	5
2. Modèles d'exécution répartie .....	5
2.1 L'échange de message .....	5
2.2 L'appel de procédure distante (RPC) .....	6
2.3 L'invocation d'objet à distance .....	6
2.4 L'évaluation à distance .....	6
2.5 Les agents mobiles .....	7
3. Approche agents mobiles .....	7
3.1 La notion d'agent .....	7
3.2 Définition d'un agent mobile .....	8
3.3 Caractéristiques des agents mobiles .....	8
4. Intérêts de l'approche d'agents mobiles .....	11
5. Les domaines d'applications des agents mobiles .....	13
5.1 La recherche d'information .....	13
5.2 La distribution d'information .....	13
5.3 Le commerce électronique .....	13
5.4 Le calcul parallèle .....	14
5.5 L'administration des réseaux .....	14
5.6 La surveillance .....	14
5.7 Télécommunication .....	15
6. Langages de programmation d'agents mobiles .....	15
7. Les systèmes d'agents mobiles .....	15
7.1 Définition .....	15
7.2 L'environnement d'un système d'agents mobiles .....	16
7.3 Les systèmes d'agents mobiles existants .....	18
8. Les principaux problèmes des agents mobiles .....	20
8.1 La sécurité .....	20
8.2 L'interopérabilité .....	22
9. Conclusion .....	23

**Chapitre II : Etude de la norme MASIF**

1. Introduction .....	24
2. Présentation de la norme MASIF .....	24
3. L'architecture de MASIF .....	25
4. Le modèle conceptuel de MASIF .....	26
4.1 Les Concepts de base .....	26
4.2 Les interactions d'agents .....	29
4.3 Les fonctionnalités d'un système d'agents .....	30
5. Liens avec les services CORBA .....	35
5.1 Service de noms ( Naming Service) .....	36
5.2 Service de cycle de vie .....	37
5.3 Service d'externalisation (sérialisation) .....	37
5.4 Service de sécurité .....	38
6. Spécifications de la norme MASIF .....	40
6.1 Structures prédéfinies .....	41
6.2 L'interface MAFAgentSystem .....	43
6.3 L'interface MAFFinder .....	48
7. Etude critique .....	50
7.1 Les avantages de la norme MASIF .....	50
7.2 Les limitations de MASIF .....	53
8. Conclusion .....	55

**Chapitre III : Etude de la norme FIPA**

1. Introduction .....	57
2. L'organisation de FIPA .....	57
3. Les spécifications FIPA .....	57
3.1 L'architecture Abstraite (Abstract Architecture) .....	58
3.2 La Gestion d'Agent (Agent Management) .....	59
3.3 Le Transport de Messages d'agent (Agent Message Transport) .....	64
3.4 La communication d'Agents (Agent Communication) .....	69
3.5 Les applications d'agents .....	78
4. Les aspects de la sécurité dans FIPA .....	79
4.1 Intégrité et confidentialité du contenu du message .....	79
4.2 L'identité de l'agent .....	80
4.3 Validation de l'autorité de l'agent .....	80
5. Etude Critique .....	80
5.1 Les avantages de FIPA .....	81
5.2 Les inconvénients de FIPA .....	84
6. Conclusion .....	87

**Chapitre IV : Etude comparative entre la norme MASIF et la norme FIPA**

1. Introduction .....	88
2. Les similarités entre MASIF et FIPA .....	88
3. La différence entre MASIF et FIPA .....	90
3.1 La notion d'agent .....	90
3.2 L'interopérabilité .....	90
3.3 La mobilité .....	91
3.4 La communication .....	91
3.5 Les protocoles de transport .....	91
3.6 Fonctionnalités offertes .....	92
3.7 L'adaptabilité .....	92
3.8 L'efficacité .....	92
3.9 La sécurité .....	92
4. Besoins non spécifiés par les deux normes .....	93
4.1 La gestion des erreurs .....	93
4.2 Manque d'implémentations de référence .....	94
5. Tableau de comparaison .....	94
6. Conclusion .....	96

**Deuxième partie : Approche proposée****Chapitre V : Architecture proposée**

1. Introduction .....	97
2. Architecture proposée .....	97
2.1 Le modèle de référence .....	98
2.2 La gestion d'agents .....	100
2.3 La publication et la localisation de services .....	106
2.4 La communication d'agents .....	111
2.5 Détection et recouvrement des erreurs .....	119
3. La sécurité dans l'architecture proposée .....	121
3.1 La sécurité des messages .....	121
3.2 Sécurité des agents mobiles .....	121
4. La fiabilité du système .....	124
5. Les scénarios de l'interopérabilité .....	125
6. Conclusion .....	127

***Conclusion Générale et perspectives***

1. Conclusion générale ..... 128  
2. Perspectives ..... 130

***Références bibliographiques***

***Annexes***

- Annexe A : Introduction à CORBA
- Annexe B : IDL MAF
- Annexe C : Spécifications FIPA
- Annexe D : Tests de validation des spécifications FIPA