

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الوادي  
Université d'El Oued



دكتوراه الطور الثالث (ل.م.د.)  
Doctorat du Troisième Cycle LMD

**Thèse de doctorat LMD en Informatique**

*Option : Les Systèmes d'Informations Interopérables*

---

# Une approche basée agents pour l'apprentissage ubiquitaire via le Cloud

---

Soufiane BOUDABOUS

Sous la direction de M. le Professeur Okba KAZAR  
et de M. le Professeur Mohammed Ridda LAOUAR

**Présentée et soutenue publiquement en Février 2019**

## Composition du Jury :

### Président :

- Pr. Mohamed Keireddine KHOLLADI, Université d'El Oued

### Rapporteur :

- Pr. Okba KAZAR, Université de Biskra

### Examineurs :

- Pr. Mohammed Tayeb LASKRI, Université d'Annaba
- Dr. Mekhlouf DERDOUR (MCA), Université de Tébessa
- Dr. Charef Eddine MEFTAHA (MCA), Université d'El Oued
- Dr. Brahim LEJDEL (MCA), Université d'El Oued

**Co-Encadreur (invité) :** Pr. Mohamed Ridda LAOUAR, Université de Tébessa

## Sommaire

<b>1. Introduction générale .....</b>	<b>16</b>
1.1. Introduction .....	17
1.2. Contexte du travail .....	19
1.3. Problématique .....	22
1.4. Objectifs de la thèse .....	24
1.5. Plan de la thèse.....	26
<b>2. Les technologies de contributions .....</b>	<b>28</b>
2.1. Introduction .....	29
2.2. Les systèmes multi-agents .....	30
2.2.1. Une entité logicielle : l'agent .....	31
2.2.2. Les architectures agents.....	31
2.2.3. Originaux des SMA.....	33
2.2.4. Les méthodes SMA .....	34
2.2.5. Issue d'emploi des SMA.....	38
2.3. L'informatique ubiquitaire .....	39
2.3.1 Le paradigme ubicomp.....	41
2.3.2. L'intelligence ambiante .....	41
2.3.3. Le perfectionnement de l'informatique ubiquitaire .....	43
2.3.4. La sensibilité au contexte d'un système ubiquitaire .....	45
2.3.5. Synthèse sur la Sensibilité au Contexte .....	54
2.4. Le cloud computing .....	55
2.4.1. Le cloud pour différents utilisateurs .....	56
2.4.2. Le cloud comme étant fournisseur de service .....	56
2.4.3. Le cloud comme étant un cluster.....	57
2.4.4. Définition du Cloud .....	57
2.4.5. Les caractéristiques du cloud .....	59
2.4.6. Architectures et types du Cloud.....	60
2.6. Conclusion.....	61
<b>3. Etat de l'art sur l'apprentissage ubiquitaire .....</b>	<b>62</b>
3.1. Introduction .....	63
3.2. Le u-Learning.....	63
3.2.1. Historique et évolution .....	64

3.2.2.	Définitions.....	69
3.2.3.	Caractéristiques.....	72
3.2.4.	Théorie et standards .....	73
<b>3.3.</b>	<b>Les approches u-Learning.....</b>	<b>79</b>
3.3.1.	Une approche basée Réalité Mixte : Le projet MiRTLE .....	80
3.3.2.	Une approche dirigée par les aspects : le CA-UCON .....	83
3.3.3.	Une approche centrée sur l'ingénierie dirigée par les modèles : la plateforme ASKER.....	85
3.3.4.	Le Framework pour l'apprentissage ubiquitaire piloté par les parcours pédagogiques : le PDU .....	88
<b>3.4.</b>	<b>Les approches u-Learning basées agents.....</b>	<b>91</b>
3.4.1.	L'environnement ULE .....	91
3.4.2.	Le modèle apprentissage/interactions (FILM) .....	93
3.4.3.	Le SCSUL : Un campus intelligent pour soutenir u-Learning.....	95
<b>3.5.</b>	<b>Synthèse des approches u-Learning.....</b>	<b>97</b>
<b>3.6.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>99</b>
<b>4.</b>	<b>Contributions .....</b>	<b>100</b>
<b>4.1.</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>101</b>
<b>4.2.</b>	<b>MASUL.....</b>	<b>102</b>
4.2.1.	Le placement du u-Learning dans l'hôpital .....	103
4.2.2.	Démarche .....	105
4.2.3.	Méthodologie .....	106
4.2.4.	Développement .....	107
4.2.5.	Méta-modèle .....	112
4.2.6.	Implémentation.....	115
<b>4.3.</b>	<b>AMuL.....</b>	<b>121</b>
4.3.1.	Méthodologie .....	122
4.3.2.	Meta-Modélisation.....	122
4.3.3.	Le méta-modèle AMuL.....	123
4.3.4.	Développement .....	124
4.3.5.	Implémentation.....	128
<b>4.4.</b>	<b>Évaluation et Résultats.....</b>	<b>131</b>
4.4.1.	La structure de la chaine blocs de tests .....	132
4.4.2.	Résultats :.....	133

4.5. Conclusion.....	137
<b>5. Conclusion générale .....</b>	<b>139</b>
5.1. Synthèse & Evaluation .....	141
5.2. Limitation du travail.....	142
5.3. Perspectives .....	143
<b>6. Bibliographie .....</b>	<b>144</b>
<b>7. Annexes 1 .....</b>	<b>152</b>
<b>8. Annexes 2.....</b>	<b>155</b>
<b>9. Annexes 3.....</b>	<b>156</b>

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> - Les domaines de recherche du notre sujet.....	19
<b>Figure 2</b> - Notre approche pour l'apprentissage ubiquitaire .....	25
<b>Figure 3</b> - Les dimensions d'un système multi-agents.....	30
<b>Figure 4</b> - Un exemple de bureau ubiquitaire : le Smart-Office de l'équipe prima (Zaidenberg S., 2010).....	40
<b>Figure 5</b> - Les grandes tendances en informatique ubiquitaire (Slideplayer, 2018).....	41
<b>Figure 6</b> - Le système de l'intelligence ambiante (QUISPE P. C., 2013).....	42
<b>Figure 7</b> - Le portatif H21, prototype du projet Oxygen (Le Projet Oxygen du MIT, 2018).....	43
<b>Figure 8</b> - L'évolution de l'informatique ubiquitaire .....	44
<b>Figure 9</b> - Un système traditionnel.....	45
<b>Figure 10</b> - Architecture du Context Toolkit (Dey et al., 2001) .....	50
<b>Figure 11</b> - Exemple de profil CC/PP (Behlouli N. B., 2006). .....	51
<b>Figure 12</b> - Exemple de profil CSCP (Soukkarieh B., 2010).....	52
<b>Figure 13</b> - Ontologie de contexte CONON (Behlouli N. B., 2006).....	53
<b>Figure 14</b> - Exemple de graphe contextuel (Soukkarieh B., 2010) .....	54
<b>Figure 15</b> - Exemple de représentation de contexte (Henricksen et al. 2002) .....	54
<b>Figure 16</b> - Le cloud pour différents utilisateurs .....	56
<b>Figure 17</b> - Le cloud comme étant vendeur de service.....	57