

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

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

**Université El Hadj Lakhdar – BATNA**

**Faculté des Sciences**



**Département  
d'Informatique**

N° d'ordre : .....

Série : .....

**Mémoire**

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**Magister en Informatique**

**Option : Système d'Information et de Connaissance (SIC)**

Sujet du mémoire :

**Une Approche de Transformation des Diagrammes  
d'Activités d'UML Mobile 2.0  
vers les Réseaux de Petri**

Présenté le / /

Par : **GUERROUF FAYÇAL**

Composition du jury :

Mr. BELATTAR Brahim	<b>Président</b>	(Maître de Conférence à l'Université de Batna)
Mr. CHAOUI Allaoua	<b>Rapporteur</b>	(Maître de Conférence à l'Université de Constantine)
Mr. BILAMI Azzeddine	<b>Examineur</b>	(Maître de Conférence à l'Université de Batna).
Mr. KAZAR Okba	<b>Examineur</b>	(Maître de Conférence à l'Université de Biskra).

# Table des matières

Table des matières	i
Table des figures	iv
Table des tableaux	vii
<b>Introduction Générale</b>	<b>1</b>
<b>1 UML &amp; La Mobilité</b>	<b>3</b>
1.1 Paradigmes de Code Mobile . . . . .	3
1.1.1 Évaluation à Distance . . . . .	4
1.1.2 Code à la Demande . . . . .	4
1.1.3 Agent Mobile . . . . .	4
1.1.3.1 Migration d'Agent . . . . .	5
1.1.3.2 Communication entre Agents . . . . .	5
1.1.3.3 Langages de Communication entre Agents ( <i>ACL</i> ) . . . . .	6
1.2 Langage de Modélisation Unifié (UML) . . . . .	7
1.2.1 UML et Méta-Modélisation . . . . .	7
1.2.2 Diagrammes d'UML 2.0 . . . . .	8
1.2.2.1 Diagrammes statiques . . . . .	8
1.2.2.2 Diagrammes dynamiques . . . . .	9
1.2.3 Diagrammes d'Activités . . . . .	9
1.2.3.1 Notation . . . . .	9
1.2.4 Extension d'UML . . . . .	13
1.2.4.1 Stéréotypes . . . . .	13
1.2.4.2 Valeurs Étiquetées (tagged values) . . . . .	14
1.2.4.3 Contraintes . . . . .	14
1.3 UML Mobile . . . . .	15
1.3.1 Diagramme d'activités Mobile . . . . .	15
1.3.1.1 Emplacement . . . . .	15
1.3.1.2 Mobilité . . . . .	15
1.3.1.3 Clonage . . . . .	16
1.3.1.4 Communication . . . . .	16

1.3.2	Exemple . . . . .	17
1.4	Conclusion . . . . .	20
<b>2</b>	<b>Réseaux de Petri Mobile</b>	<b>21</b>
2.1	Concepts de Bases des Réseaux de Petri . . . . .	21
2.1.1	Définition Graphique . . . . .	21
2.1.2	Définition Formelle . . . . .	22
2.1.3	Marquage d'un Réseau de Petri . . . . .	22
2.1.4	Évolution d'un Réseau de Petri . . . . .	23
2.1.4.1	Transition validée . . . . .	23
2.1.4.2	Règle de Franchissement . . . . .	23
2.2	Modélisation Avec les Réseaux de Petri . . . . .	24
2.2.1	Parallélisme . . . . .	24
2.2.2	Synchronisation . . . . .	24
2.2.2.1	Exemple 1 : Problème du producteur/consommateurs . . .	25
2.2.2.2	Exemple 2 : Exclusion mutuelle . . . . .	25
2.2.3	Calcul De Flux De Données . . . . .	26
2.3	Principales Propriétés des Réseaux de Petri . . . . .	26
2.3.1	Accessibilité . . . . .	26
2.3.2	Bornitude et RDP Sauf . . . . .	27
2.3.3	Vivacité . . . . .	27
2.3.3.1	Transition Vivante . . . . .	27
2.3.3.2	RDP Vivant . . . . .	28
2.3.4	Blocage . . . . .	28
2.3.5	Réinitialisable et État d'accueil . . . . .	28
2.3.6	Couverture . . . . .	29
2.3.7	Persistance . . . . .	29
2.4	Les Réseaux de Petri de Haut Niveau . . . . .	29
2.4.1	Réseau de Petri Coloré . . . . .	30
2.4.2	Réseau de Petri Objet . . . . .	30
2.5	Mobilité et Réseaux de Petri . . . . .	30
2.5.1	Exemple d'introduction . . . . .	30
2.5.2	Définition Formelle . . . . .	32
2.5.2.1	Définition 1 . . . . .	33
2.5.2.2	Définition 2 . . . . .	34
2.5.3	Comportement d'un Réseaux de Petri Imbriqué . . . . .	36
2.5.3.1	Étape de transport . . . . .	36
2.5.3.2	Étape d'élément-autonome . . . . .	36
2.5.3.3	Étape de synchronisation horizontale . . . . .	36
2.5.3.4	Étape de synchronisation verticale . . . . .	36
2.6	Conclusion . . . . .	36

<b>3</b>	<b>Approche de Transformation</b>	<b>37</b>
3.1	Modèle et Méta-Modélisation . . . . .	37
3.1.1	Architecture Méta-Modèle . . . . .	38
3.2	Transformation de Modèle . . . . .	39
3.2.1	Définition . . . . .	39
3.2.2	Type de Transformation . . . . .	39
3.2.3	Caractéristiques des approches de transformation . . . . .	40
3.2.3.1	Règle de transformation . . . . .	40
3.2.3.2	Ordonnancement de Règle . . . . .	40
3.3	Mécanismes de Transformation . . . . .	41
3.3.1	Transformation de graphe . . . . .	41
3.4	<i>AToM</i> <sup>3</sup> . . . . .	42
3.4.1	Formalisme Diagrammes de Classes dans <i>AToM</i> <sup>3</sup> . . . . .	43
3.4.1.1	Contraintes . . . . .	43
3.4.1.2	Action . . . . .	44
3.4.1.3	Attributs . . . . .	45
3.4.2	Transformation de Graphes . . . . .	45
3.5	Présentation de l'Approche . . . . .	46
3.5.1	Méta-Modèle des Diagrammes d'activités . . . . .	47
3.5.2	Méta-modèle de réseau de Petri imbriqué . . . . .	49
3.5.3	Définition des Règles de Transformation . . . . .	50
3.5.3.1	Grammaire de Graphes . . . . .	51
3.6	Etude de cas . . . . .	64
3.6.1	Exemple 1 . . . . .	65
3.6.2	Exemple 2 . . . . .	66
3.6.3	Exemple 3 . . . . .	68
3.6.4	Exemple 4 : . . . . .	70
3.6.5	Exemple 5 : . . . . .	73
3.7	Conclusion . . . . .	75
	<b>Conclusion Générale</b>	<b>76</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>77</b>
	<b>Annexe A</b>	<b>80</b>

## ملخص

يلعب الوكلاء المتنقلون دورا مهما في مختلف المجالات. حيث يؤثر دقة نمذجتهم على أداء النظم اين يتم استخدامها. في هذه الدراسة ، اقترحنا نهجا جديدا يسمح بنمذجة الوكلاء المتنقلون باستخدام الرسومات البيانية للنشاطات المتنقلة . فهي مفهومة وسهلة لكنها تفتقر الى الدلالات الرياضية ، فهي بذلك لا تسمح بالقيام بالتحليل و التدقيق. قواعد الرسوم البيانية الناتجة باستخدام أداة  $AToM^3$  يسمح التحويل التلقائي للرسومات البيانية للنشاطات المتنقلة الي نظرائهم من شبكات بيتري المتداخلة، الذي يمكن استخدامه كأساس لإجراء مراجعة وتحليل.

---

الكلمات الرئيسية : لغة النمذجة الموحدة، شبكات بيتري المتداخلة، الميتما نمذجة، الرسم البياني للنشاطات المتنقلة، القواعد البيانية، التحويلات البيانية، اداة  $AToM^3$

## ABSTRACT

Mobile agents play an important role in various fields. Therefor the correctness of their modeling affects the performance of systems where they are used. In this study, we proposed a new approach for modeling mobile agents with the UML mobile activity diagram formalism. They are understandable and easy but lacks of formal semantics, they do not allow the analysis and verification. A graph grammar generated with the tool  $AToM^3$  allows the transformation of UML mobile activity diagram to their equivalent nested Petri nets. This last, can be used as the basis for a possible verification and analysis.

---

**Keywords :** UML, Mobile Activity Diagram, Nested Petri Net, Meta-modeling, Graph Grammars, Graph Transformations,  $AToM^3$ .

## RÉSUMÉ

Les agents mobiles jouent un rôle important dans divers domaines. Cependant l'exactitude de leur modélisation influe sur la performance des systèmes où ils sont utilisés. Dans cette étude, nous avons proposé une nouvelle approche, permettant la modélisation des agents mobiles avec le formalisme de diagramme d'activités mobile. Ils sont compréhensible et facile mais souffre d'un manque de sémantique formelle, cependant ils ne permettent pas l'analyse et la vérification. Une grammaire de graphe généré avec l'outil  $AToM^3$  permet la transformation automatique des diagrammes d'activités mobiles vers leurs équivalents des réseaux de Petri imbriqués, ces derniers peuvent être utilisés comme base pour une éventuelle vérification et analyse.

---

**Mots clés :** UML, Diagramme d'Activité Mobile, Réseau de Petri Imbriqué, Méta-modélisation, Grammaire de Graphe, Transformation de Graphe,  $AToM^3$ .