

ORSAY

n° d'ordre : 2795

UNIVERSITE DE PARIS-SUD

CENTRE D'ORSAY

**T H E S E**

présentée

pour obtenir

Le GRADE de DOCTEUR EN SCIENCES

DE L'UNIVERSITE PARIS XI ORSAY

par

Yamina SAMI épouse SAAD

SUJET : Sémantique et Validation des Langages d'Acteurs à l'aide  
des Réseaux de Petri Colorés

Soutenue le 09 juillet 1993 devant la Commission d'examen

MM.	Brigitte ROZOY	Président
	Gul AGHA	Rapporteur
	Gérard BERTHELOT	Rapporteur
	Guy VIDAL-NAQUET	Directeur

ORSAY

n° d'ordre : 2795

UNIVERSITE DE PARIS-SUD

CENTRE D'ORSAY

**T H E S E**

présentée

pour obtenir

Le GRADE de DOCTEUR EN SCIENCES

DE L'UNIVERSITE PARIS XI ORSAY

par

Yamina SAMI épouse SAAD

**SUJET : Sémantique et Validation des Langages d'Acteurs à l'aide  
des Réseaux de Petri Colorés**

Soutenu le 09 juillet 1993 devant la Commission d'examen

MM.	Brigitte ROZOY	Président
	Gul AGHA	Rapporteur
	Gérard BERTHELOT	Rapporteur
	Guy VIDAL-NAQUET	Directeur

**CHAPITRE 1**

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
I.1 INTRODUCTION A L'ARCHITECTURE DES ORDINATEURS .....	1
I.2 MODELES DE CONCURRENCE .....	2
I.3 POSSIBILITE D'EXPRESSION DU MODELE D'ACTEURS .....	6
I.4 POSSIBILITE D'ANALYSE DU MODELE D'ACTEURS.....	8
I.5 RENFORCEMENT DE LA POSSIBILITE D'ANALYSE DU MODELE D'ACTEURS.....	11
I.6 PLAN DE LA THESE.....	14

**CHAPITRE 2**

<b>ACTEURS ET RESEAUX DE PETRI COLORES.....</b>	<b>17</b>
2.1 ACTEURS .....	17
2.2.1 Définition du modèle d'acteurs.....	19
2.2.2 Programmation dans le modèle d'acteurs .....	22
a - Constructeurs de base d'un langage d'acteurs.....	22
b - Syntaxe du langage SAL.....	24
2.2.3 Sémantique par diagrammes d'événements.....	29
2.2.4 Lois de calcul parallèle .....	31
a - Lois d'ordre .....	31
b - Lois de localité.....	31
2.2 RESEAUX DE PETRI COLORES.....	32
2.3.1 Réseau de Petri ordinaire.....	32
a - Représentation graphique .....	32

b - Représentation matricielle.....	33
c - Règles de franchissement d'une transition.....	35
d - Graphe de marquages .....	36
2.3.2 Modèle des réseaux de Petri colorés.....	37
a - Représentation graphique .....	38
b - Représentation matricielle.....	42
c - Règles de franchissement d'une transition.....	43
d - Graphe de marquages .....	44

### CHAPITRE 3

#### COMPARAISON DES DEUX MODELES DE CONCURRENCE, ACTEURS ET RESEAUX DE PETRI COLORES PAR RAPPORT AUX CONCEPTS DE BASE .....46

3.1 DEFINITION DES CONCEPTS DE BASE D'UN MODELE DE CONCURRENCE .....	47
--	----

3.2 DESCRIPTION DU MODELE D'ACTEURS SELON LES CONCEPTS DE BASE.....	58
---	----

3.3 DESCRIPTION DU MODELE DES RESEAUX DE PETRI COLORES SELON LES CONCEPTS DE BASE .....	61
---	----

3.4 POSSIBILITE DE SIMULATION DES ACTEURS PAR LES RESEAUX DE PETRI COLORES SELON LES CONCEPTS DE BASE .....	65
---	----

### CHAPITRE 4

#### SEMANTIQUE DES PROGRAMMES D'ACTEURS A L'AIDE DES RESEAUX DE PETRI COLORES.....68

4.1 MODELISATION DES PROGRAMMES D'ACTEURS A L'AIDE DES RESEAUX DE PETRI COLORES .....	68
---	----

4.1.1 Changement de comportement .....	72
--	----

4.1.2	Création d'un acteur .....	74
4.1.3	Traitement d'un message.....	77
4.2	FORMALISATION D'UN PROGRAMME D'ACTEURS .....	78
4.3	ALGORITHME DE DERIVATION DE CPN A PARTIR D'UN PROGRAMME D'ACTEURS.....	83
4.4	EQUIVALENCE ENTRE LA SEMANTIQUE PAR LE SYSTEME DES TRANSITIONS ET LA SEMANTIQUE PAR LE GRAPHE DES MARQUAGES DE CPN.....	95
4.4.1	Sémantique par le système des transitions .....	95
4.4.2	Comparaison entre les deux sémantiques .....	98
4.5	COMPLEXITE DU RESULTAT DE L'ALGORITHME DE DERIVATION.....	103
4.6	SIMULATION D'UN SYSTEME DYNAMIQUE A L'AIDE D'UN SYSTEME STATIQUE .....	105
4.7	VARIANTES DE MODELISATION .....	107
4.7.1	Comportements comme acteurs .....	107
4.7.2	Eclatement de la place de communication .....	109
4.7.3	Messages comme acteurs .....	110
 <b>CHAPITRE 5</b>		
<b>VALIDATION DES PROGRAMMES D'ACTEURS A L'AIDE DES RESEAUX DE PETRI COLORES.....</b>		
		<b>107</b>
5.1	ACTEURS ET METHODE DES MARQUAGES EQUIVALENTS.....	108
5.1.1	METHODE DES MARQUAGES EQUIVALENTS.....	108
5.1.2	APPLICATION DE LA METHODE DES MARQUAGES EQUIVALENTS AUX ACTEURS.....	117
5.1.2.1	Quelques notions d'équivalences entre configurations	

d'acteurs .....	118
5.1.2.2 Choix d'une partition.....	120
5.1.2.3 Validation des programmes d'acteurs par les réseaux de Petri colorés .....	131
5.1.2.4 Comparaison de l'équivalence de la partition 2 avec la bissimulation opérationnelle.....	142
5 . 2 ACTEURS ET METHODE DE "STUBBORN SETS" .....	146
5 . 2 . 1 METHODE DE STUBBORN SET.....	146
5 . 2 . 2 APPLICATION DE LA METHODE DE STUBBORN SET AUX ACTEURS.....	149
5 - 3 VISUALISATION DES ACTEURS PAR LES RESEAUX DE PETRI A PREDICATS.....	153
5.3.1 Comparaison avec l'approche CPN .....	154
5.3.2 Notation visuelle.....	155
5.3.3 Caractéristiques de l'outil visuel .....	156
<b>CHAPITRE 6</b>	
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>159</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>164</b>

## Résumé

Cette thèse traite de la sémantique et la validation des programmes d'acteurs à l'aide des réseaux de Petri colorés.

Dans une première étape, nous exposons un algorithme de dérivation d'un réseau de Petri coloré (CPN) à partir d'un programme d'acteurs. L'exécution du programme d'acteurs correspond au "jeu des jetons" dans le CPN correspondant. L'aspect dynamique de la création des acteurs et la modification de la topologie d'interaction entre acteurs sont pris en compte par l'évolution des jetons. Nous prouvons l'équivalence de la sémantique des acteurs que nous donnons à l'aide du graphe des marquages de CPN avec celle proposée par G.Agha définie par un système de transitions. Nous appliquons l'algorithme de dérivation à la translation d'un système dynamique à un système statique.

Dans une deuxième étape, nous analysons le CPN dérivé pour établir des propriétés sur le programme d'acteurs correspondant, par exemple la détection des états de terminaison et de divergence. L'analyse de CPN se fera à l'aide de deux méthodes : celle des marquages équivalents et celle du "stubborn set". Nous appliquons ces deux méthodes de telle sorte que le passage par les réseaux de Petri colorés devienne superflu. En effet, nous donnons une partition saine et une sous-configuration "stubborn" qui servent à réduire le système de transitions. Nous donnons également un ensemble de propositions qui permettent de déduire des propriétés sur le programme d'acteurs à partir du système de transitions réduit.

**Mots-clés :** Acteurs, Réseaux de Petri colorés, Sémantique, Validation, Méthode des marquages équivalents, Méthode de stubborn set.