

# Modèles algébriques pour le parallélisme vrai et le raffinement d'actions

## THÈSE

présentée et soutenue publiquement le 3 Octobre 1997

pour l'obtention du

Doctorat de l'université Henri Poincaré – Nancy 1

(spécialité informatique)

par

Abdelkader Dekdouk

### Composition du jury

<i>Président :</i>	Dominique Méry	
<i>Rapporteurs :</i>	Robert De-Simone	Directeur de Recherche à l'INIRIA Sophia-Antipolis
	Rachida Dssouli	Professeur à l'Université de Montréal
	Dominique Mery	Professeur à l'Insitut Universitaire de France
<i>Examineurs :</i>	Ed Brinksma	Professeur à l'Université de Twente
	Pierre Marchand	Professeur à l'Université de Nancy1
	André Schaff	Processeur à l'Université de Nancy1
	Roland Groz	Ingénieur au CNET Lannion

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1 Contexte générale . . . . .	1
2 Travail réalisé . . . . .	3
2.1 Modèles algébriques de parallélisme vrai . . . . .	3
2.2 Raffinement d'actions . . . . .	5
<b>1 Les fondements formels de base</b>	<b>7</b>
1.1 Relations et fonctions . . . . .	7
1.2 Systèmes déductifs . . . . .	8
1.3 Algèbre . . . . .	9
1.4 Spécification équationnelle . . . . .	12
1.5 Systèmes de transition étiquetés . . . . .	12
1.6 Sémantique opérationnelle structurée . . . . .	16
1.7 Extensions opérationnelle et équationnelle conservatives . . . . .	19
<b>2 Une introduction à l'algèbre de processus</b>	<b>21</b>
2.1 Introduction . . . . .	21
2.2 Algèbre de processus de base . . . . .	22
2.2.1 Sémantique opérationnelle de $\mathcal{T}(\mathcal{F})$ . . . . .	22
2.2.2 Axiomatisation de la bisimulation pour $\mathcal{T}(\mathcal{F})$ . . . . .	24
2.3 Concurrence et communication . . . . .	29
2.3.1 Sémantique opérationnelle de $\mathcal{T}(\mathcal{F}^n)$ . . . . .	30
2.3.2 Axiomatisation de la bisimulation pour $\mathcal{T}(\mathcal{F}^n)$ . . . . .	30
2.4 Abstraction par rapport à $\tau$ . . . . .	32
2.4.1 Bisimulation faible . . . . .	33
2.4.2 Branching-bisimulation . . . . .	33
2.4.3 Axiomes pour la $\tau$ -abstraction . . . . .	35
2.5 Récursion . . . . .	36
2.5.1 Axiomes et règles de preuve pour la récursion . . . . .	37

2.5.2	Correction des principes de récursion . . . . .	39
2.6	Discussion . . . . .	40
<b>3</b>	<b>Algèbre de processus causaux</b>	<b>41</b>
3.1	Introduction . . . . .	41
3.2	Sémantique opérationnelle de causalité . . . . .	43
3.2.1	Systèmes de transition étiquetés de causalité dynamique . . . . .	43
3.2.2	Système de déduction de termes causaux . . . . .	45
3.2.3	Bisimulation (forte) causale . . . . .	47
3.2.4	Principe de nom d'événement libre et lié . . . . .	50
3.3	Axiomatisation de la bisimulation causale . . . . .	50
3.3.1	Opérateur de préfixage atomique . . . . .	51
3.3.2	Axiomatisation . . . . .	52
3.3.3	Correction et complétude . . . . .	54
3.4	Discussion . . . . .	58
<b>4</b>	<b>Algèbre des ST-processus: processus avec actions durables</b>	<b>59</b>
4.1	Introduction . . . . .	59
4.2	Split-sémantique opérationnelle . . . . .	61
4.3	Split-sémantique et auto-concurrence . . . . .	62
4.4	ST-sémantique . . . . .	65
4.4.1	ST-sémantique opérationnelle . . . . .	65
4.4.2	Axiomatisation de la ST-bisimulation (forte) . . . . .	68
4.5	Discussion . . . . .	71
<b>5</b>	<b>Algèbre des processus causaux et ST avec raffinement d'actions</b>	<b>73</b>
5.1	Introduction . . . . .	73
5.2	Raffinement d'actions dans la sémantique de causalité . . . . .	77
5.2.1	Sémantique opérationnelle du raffinement d'actions . . . . .	79
5.2.2	Axiomatisation du raffinement d'actions . . . . .	81
5.3	Raffinement d'actions dans la ST-sémantique . . . . .	84
5.3.1	Sémantique opérationnelle du raffinement d'actions . . . . .	84
5.3.2	Axiomatisation du raffinement d'actions . . . . .	87
5.4	Discussion . . . . .	87
<b>6</b>	<b>Processus causaux et ST avec actions inobservables</b>	<b>91</b>
6.1	Introduction . . . . .	91
6.2	$\tau$ -abstraction dans la sémantique de causalité . . . . .	92

---

6.2.1	Sémantique opérationnelle . . . . .	93
6.2.2	Système de preuve pour la branching-bisimulation causale . . . . .	98
6.3	$\tau$ -abstraction dans la ST-sémantique . . . . .	103
6.3.1	Sémantique opérationnelle . . . . .	103
6.3.2	Axiomatisation de la ST-bisimulation observationnelle . . . . .	107
6.4	Discussion . . . . .	112
<b>Conclusion</b>		<b>113</b>
1	Apports . . . . .	113
2	Perspectives . . . . .	114
<b>Bibliographie</b>		<b>117</b>
<b>Index</b>		<b>125</b>