Table des matières

Introduction 1
Table des matières 7
I **Théories logiques** 11
I.A Langages du premier ordre 11
I.A.1 Termes du premier ordre 11
I.A.2 Formules du premier ordre 13
I.B Calcul propositionnel 14
I.C Structures mathématiques 16
I.C.1 Sémantique des langages du premier ordre 17
I.C.2 Univers de Herbrand 19
I.D Preuves 21
I.E Complétude des théories et décidabilité des structures 23
II **Structure des termes du premier ordre** 27
II.A Algèbre des termes et théories de l'égalité 27
II.B Substitutions 30
II.B.1 Préordre de filtrage sur les termes 30
II.B.2 Préordre de filtrage sur les substitutions 32
II.B.3 Unification de termes 33
II.C Algorithmes d'unification 34
II.C.1 Algorithme de Herbrand-Robinson 34
II.C.2 Algorithme de Huet 37
II.C.3 Algorithme de Martelli-Montanari 43
II.C.4 Algorithme de Paterson-Wegman 44
II.C.5 Algorithme = Logique + Contrôle 44
III **Programmes logiques** 45
III.A Syntaxe et interprétation procédurale 45
III.A.1 Syntaxe 45
III.A.2 Principe de résolution SLD 46
III.A.3 Indépendance de la stratégie de sélection 48
III.B Sémantique déclarative 50
III.B.1 Sémantique logique 51
III.B.2 Sémantique de point fixe 54
III.B.3 Complétude de la résolution SLD 56
III.C Prolog 59
III.C.1 Exemples de programmes Prolog 60
III.C.2 Structure des termes Prolog 65
III.C.3 Stratégie de recherche 67
III.C.4 Stratégie de sélection 69
III.D Méta-programmation en Prolog 72
III.D.1 Unification correcte 72

III.D.2 Stratégies de recherche complètes ... 73
III.D.3 Indécidabilité du plus petit modèle de Herbrand du programme ... 77
III.D.4 Trace de la preuve et généralisation ... 78
III.E Démonstration Automatique ... 80
III.E.1 Théorie des groupes ... 80
III.E.2 Ordre supérieur ... 85
IV **Programmes logiques avec contraintes** ... 89
IV.A Langage des contraintes ... 89
IV.B Programmes CLP($\mathcal{S}$) ... 91
IV.C Interprétation procédurale ... 93
IV.D Exemples ... 96
IV.D.1 Prolog et CLP($\mathcal{H}$) ... 96
IV.D.2 CLP($\mathcal{TR}$) ... 96
IV.D.3 CLP(λ) ... 97
IV.D.4 CLP($\mathbb{R}$) ... 97
IV.D.5 CLP($\mathbb{N}$) et CLP($\mathcal{FD}$) ... 101
IV.D.6 CLP($\mathcal{B}$) ... 103
IV.E Sémantiques formelles ... 104
IV.E.1 Sémantiques opérationnelles ... 105
IV.E.2 Observation des succès ... 106
IV.E.3 Observation des contraintes calculées ... 108
IV.F Interprétation abstraite ... 114
V **Domaines finis et optimisation combinatoire** ... 119
V.A Principes de propagation de contraintes ... 119
V.A.1 Principe de "forward checking" ... 120
V.A.2 Principe de "looking ahead" ... 123
V.A.3 Algorithme de propagation de contraintes ... 126
V.B Implémentation d'une librairie CLP($\mathcal{FD}$) ... 127
V.B.1 Variables à domaine fini comme variables attribuées ... 127
V.B.2 Contraintes comme co-routines ... 129
V.B.3 Optimisation par séparation-évaluation ... 131
V.C Exemples en optimisation combinatoire ... 134
V.C.1 Coloriage de graphes ... 134
V.C.2 Ordonnancement disjonctif ... 135
V.C.3 Régulation du trafic aérien ... 137
V.C.4 Ordonnancement avec capacités ... 140
V.D Principes de modélisation ... 141
V.D.1 Contraintes globales ... 141
V.D.2 Heuristiques d'énumération ... 143
V.D.3 Modèles multiples ... 144
VI **Négation** ... 149
VI.A Réponses négatives à un but ... 149
VI.A.1 Sémantique opérationnelle de l'échec fini ... 150
VI.A.2 Sémantique logique ... 150
VI.A.3 Complétude ... 153
VI.B Buts avec négation ... 154

VI.B.1 Sémantique opérationnelle de la négation constructive 154
VI.B.2 Complétude 155
VI.C Programmes normaux 156
A **Appendice A Théorèmes de point fixe** 159
B **Appendice B Principaux prédicats Prolog** 161
B.1 Chargement et compilation des programmes 161
B.2 Structure des termes 162
B.3 Expressions arithmétiques 164
B.4 Contrôle 164
C **Appendice C Principaux prédicats CLP($\mathcal{FD}$)** 167
C.1 Domaine des variables 167
C.2 Contraintes prédéfinies 168
C.3 Contraintes booléennes 169
C.4 Déclaration de nouvelles contraintes 169
C.5 Instanciation des variables de domaine 170
C.6 Optimisation 170
Bibliographie 173
Liste des notations 177
Index 179