

Table des matières

1	Présentation du langage ML	7
1.1	Rappel du noyau ML	7
1.2	Sémantiques opérationnelles	8
1.2.1	Sémantique à grands pas	9
1.3	Typage	11
1.4	Le système de type de ML	11
1.5	Propriétés du typage	12
2	Sémantique à petits pas	15
2.1	Sémantique à petits pas	15
2.2	Correction du typage vis à vis de la sémantique	19
2.3	Quelques extensions “gratuites” du langage	24
3	Ajout de constructions impératives.	29
3.1	Constructions impératives	29
3.2	Une sémantique à réduction pour les objets mutables	30
3.3	Typage des références	32
3.4	Correction de la sémantique	34
3.5	Les autres formalismes	38
3.5.1	Le typage des fermetures	41
3.5.2	Les régions	41
3.6	D’autres constructions impératives	42
3.6.1	Les opérations de contrôle	43
4	Les enregistrements polymorphes	45
4.1	Des enregistrements déclarés aux enregistrements extensibles	45
4.2	Principe du typage des enregistrements extensibles	47
4.3	Algèbres d’enregistrements	50
4.4	Synthèse de type	51
4.5	Correction de la sémantique	51
4.6	Les variantes	52

5	Typage avec contraintes	57
5.1	Sous-typage sur les types sans-variables	59
5.2	Contraintes avec variables	61
5.2.1	Types récursifs	64
5.2.2	Implication de contraintes	65
5.3	Un système de typage avec contraintes	66
5.4	Sûreté du typage	70
5.5	Discussion	73
5.5.1	Simplification des contraintes	74
6	Introduction aux Objets	79
6.1	Introduction	79
6.1.1	Pourquoi la programmation à objets ?	79
6.1.2	Un style de programmation	81
6.1.3	Objets et Classes avec des enregistrements extensibles	84
6.1.4	Les notions délicates	88
6.1.5	Typage et sous-typage : une nécessité, des difficultés	91
6.2	Objets et classes dans le langage Ocaml	92
6.2.1	Présentation du langage Ocaml	92
6.2.2	Génération automatique de types	99
6.3	Les Objets	99
6.3.1	Un contre exemple	100
6.3.2	Les objets, formellement	102
6.3.3	Les objets en général	104
6.4	Les Classes	106
6.4.1	Les classes en Objective Caml	106
6.4.2	Pourquoi des classes ?	106
6.4.3	L'héritage n'est pas du sous-typage	108
6.4.4	Pré-méthodes	110
6.4.5	Liaison tardive et typage	110
6.4.6	Héritage	111
6.4.7	Exemple	112
6.4.8	Conclusion	113
7	D'autres extensions du langage	117
7.1	Extensions horizontales	117
7.1.1	Types dynamiques	117
7.1.2	Types existentiels	119
7.1.3	Types universels	121
7.2	Extensions verticales	121
7.2.1	Et si les types étaient récursifs	121
7.2.2	Types d'ordre supérieur	122
7.2.3	Types intersection	123

<i>TABLE DES MATIÈRES</i>	3
A Solutions des exercices	125