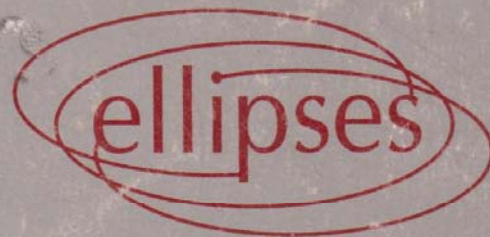


Jonathan Elbaz

---

Programmer en  
**PROLOG**

---



2-005-521-1

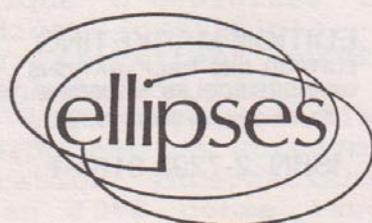
2-005-521-1

# PROGRAMMER EN PROLOG



**JONATHAN ELBAZ**

Agrégé de Mathématiques  
Maître de conférences à l'Université de Mulhouse



# TABLE DES MATIÈRES

---

INTRODUCTION	3
CHAPITRE I : UN SOUS-ENSEMBLE DU LANGAGE PROLOG, LES CLAUSES DE HORN SANS SYMBOLE DE FONCTION	9
1.1 – Les différentes versions Prolog	9
1.2 – Introduction au langage Prolog	9
1.2.1 Un premier programme Prolog	10
1.2.2 Chargement d'un programme	11
1.2.3 Utilisation d'un programme : les questions	13
1.3 – Un sous-ensemble de Prolog	13
1.3.1 Les faits	16
1.3.2 Les règles	17
1.4 – Exemples de définitions de relations	20
1.5 – Les questions	23
1.6 – Les règles récursives	24
1.7 – Sémantique d'un programme	25
1.8 – Le problème du contrôle	26
1.9 – Résumé	27
CHAPITRE II : LE LANGAGE PROLOG PUR	27
2.1 – Les structures	29
2.2 – Exemples de structures	38
2.3 – Représentation graphique des structures et des formules atomiques	39
2.4 – Les listes	39
2.4.1 Représentation énumérée des listes	40
2.4.2 Notation $[X   Xs]$ des listes	42
2.4.3 Les listes non vides sont des structures	43
2.4.4 Classification des listes	44
2.5 – Traitement de listes	48
2.6 – Résumé	50
CHAPITRE III : SEMANTIQUE OPERATIONNELLE DE PROLOG PUR	50
3.1 – Introduction	50
3.1.1 Interprétation procédurale des clauses, unification	52
3.1.2 Les preuves Prolog	53
3.1.3 Recherche de preuves : le retour-arrière	54
3.2 – Algorithme d'unification	54
3.2.1 Unificateur le plus général	55
3.2.2 Un algorithme d'unification	57
3.3 – Les preuves Prolog	60
3.4 – Recherche des preuves Prolog	60
3.4.1 Un algorithme non déterministe de recherche des preuves Prolog	60
3.4.2 Le retour-arrière	63
3.4.3 La trace	64
3.5 – Arbre Prolog d'un but	64

<b>3.5 – Calcul des réponses correctes à une question</b>	68
3.5.1 Semi-décidabilité	68
3.5.2 Réponses d'un interprète Prolog à une question	68
<b>CHAPITRE IV : CORRECTION, TERMINAISON, EFFICACITE DE PROGRAMMES</b>	<b>70</b>
<b>4.1 – Programmes corrects</b>	72
<b>4.2 – Le problème de la terminaison</b>	73
4.2.1 Calcul du domaine de terminaison	74
4.2.2 Etude directe du problème de terminaison	76
4.2.3 Exemples de recherche de conditions suffisantes de terminaison	78
<b>4.3 – Ordre des buts dans les clauses et terminaison</b>	81
<b>4.4 – Efficacité</b>	82
4.4.1 Ordre des clauses	83
4.4.2 Ordre des buts dans les clauses	85
4.4.3 Solutions redondantes	85
<b>CHAPITRE V : EXEMPLES DE PROGRAMMES</b>	<b>85</b>
<b>5.1 – Introduction</b>	85
<b>5.2 – La programmation déclarative et la méthode "generate and test"</b>	85
<b>5.3 – Programmation récursive</b>	93
5.3.1 Types récursifs	93
5.3.2 Utilisation de la récursivité dans la résolution de problèmes	98
<b>5.4 – Programmation itérative</b>	102
<b>5.5 – Les différences de listes</b>	106
<b>5.6 – Encore quelques exemples de programmes</b>	109
<b>CHAPITRE VI : ARITHMETIQUE ET SYNTAXE PROLOG</b>	<b>112</b>
<b>6.1 – Généralités sur les prédicats prédéfinis</b>	112
<b>6.2 – La syntaxe de prolog standard</b>	113
6.2.1 Rappel de la syntaxe de Prolog pur	113
6.2.2 Syntaxe de Prolog standard	113
6.2.3 Les opérateurs	115
<b>6.3 – Arithmétique</b>	119
<b>6.4 – Exemples de programmes</b>	120
<b>6.5 – Egalité et inégalité</b>	124
<b>CHAPITRE VII : CONTROLER LE RETOUR-ARRIERE : LA COUPURE</b>	<b>127</b>
<b>7.1 – Introduction</b>	127
<b>7.2 – Sémantique de la coupure</b>	128
<b>7.3 – Déterminisme et modes d'utilisation d'une relation</b>	131
<b>7.4 – Première solution d'un but, terminaison</b>	133
<b>7.5 – Omission de conditions</b>	135
<b>7.6 – La négation par l'échec</b>	139
7.6.1 Le prédicat prédéfini not	139
7.6.2 Réalisation de la négation	141
<b>CHAPITRE VIII : LES PREDICATS EXTRA-LOGIQUES</b>	<b>143</b>
<b>8.1 – Prédicats d'écriture</b>	143
<b>8.2 – Prédicats de lecture</b>	145
8.2.1 Lecture de caractères	145
8.2.2 Lecture de termes	146

8.2.3	Le prédicat prédéfini repeat	150
<b>8.3</b>	<b>– Analyse lexicale</b>	<b>152</b>
<b>8.4</b>	<b>– Les fichiers</b>	<b>156</b>
<b>8.5</b>	<b>– Manipulation de clauses</b>	<b>157</b>
8.5.1	Accès aux clauses d'un programme	157
8.5.2	Ajout et suppression de clauses	158
<b>CHAPITRE IX : PROGRAMMATION METALOGIQUE ET DU SECOND ORDRE</b>		<b>162</b>
<b>9.1</b>	<b>– Classification des termes</b>	<b>162</b>
<b>9.2</b>	<b>– Construction et accès aux arguments d'une structure</b>	<b>163</b>
<b>9.3</b>	<b>– Programmation métalogue</b>	<b>164</b>
<b>9.4</b>	<b>– Une application : interrogation de l'utilisateur</b>	<b>169</b>
<b>9.5</b>	<b>– Programmation du second ordre</b>	<b>172</b>
9.5.1	Prédicats ensemblistes	172
9.5.2	Prédicats du second ordre	174
<b>CHAPITRE X : EXEMPLES DE PROGRAMMES</b>		<b>176</b>
<b>10.1</b>	<b>– Nombres en triangle</b>	<b>176</b>
<b>10.2</b>	<b>– Diviser un mot en syllabes</b>	<b>176</b>
<b>10.3</b>	<b>– Forme normale conjonctive</b>	<b>178</b>
<b>10.4</b>	<b>– Règles de réécriture</b>	<b>181</b>
<b>10.5</b>	<b>– Calcul de la dérivée d'une fonction</b>	<b>183</b>
<b>10.6</b>	<b>– Les dictionnaires</b>	<b>185</b>
<b>10.7</b>	<b>– Etude d'une loi de composition interne</b>	<b>188</b>
<b>10.8</b>	<b>– Recherche d'un chemin dans un graphe</b>	<b>190</b>
10.8.1	Parcours en profondeur d'abord	190
10.8.2	Parcours en largeur d'abord	192
<b>10.9</b>	<b>– Résolution de problèmes et graphes d'états</b>	<b>193</b>
10.9.1	Les graphes d'états	193
10.9.2	Parcours en profondeurs d'abord du graphe d'états	195
10.9.3	Utilisation d'heuristiques	200
<b>CHAPITRE XI : LES GRAMMAIRES</b>		<b>204</b>
<b>11.1</b>	<b>– Grammaires d'un langage</b>	<b>204</b>
<b>11.2</b>	<b>– Reconnaître les phrases d'un langage</b>	<b>208</b>
<b>11.3</b>	<b>– Analyseurs syntaxiques</b>	<b>211</b>
<b>11.4</b>	<b>– La notation Prolog des règles de grammaire</b>	<b>213</b>
<b>11.5</b>	<b>– Elimination de la récursivité à gauche</b>	<b>215</b>
<b>11.6</b>	<b>– Rajouter des tests</b>	<b>217</b>
<b>CHAPITRE XIII : LES SYSTEMES EXPERTS</b>		<b>220</b>
<b>12.1</b>	<b>– Les objectifs d'un système expert</b>	<b>220</b>
<b>12.2</b>	<b>– Architecture d'un système expert</b>	<b>220</b>
<b>12.3</b>	<b>– Prolog et les systèmes experts</b>	<b>221</b>
<b>12.4</b>	<b>– Fonctionnalités du moteur d'inférences</b>	<b>222</b>
<b>12.5</b>	<b>– Programmation du moteur d'inférences</b>	<b>226</b>
<b>CORRIGES DES EXERCICES</b>		<b>237</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>		<b>256</b>