

Table des matières

Version abrégée	i
Abstract	iii
Remerciements	v
Table des matières	viii
1 Prolégomènes	1
1.1 Réflexions pré-introductives	1
1.2 Motivations POEtiques	2
1.3 Contributions	4
1.4 Contenu de la thèse	5
2 De la configuration des circuits électroniques	7
2.1 Processeur	8
2.2 ASIC	9
2.2.1 A la demande	9
2.2.2 Prédi diffusés	9
2.2.3 Pré-caractérisés	11
2.2.4 A réseau structuré	11
2.2.5 Limitations	12
2.3 Technologies de programmation	12
2.3.1 Masque	12
2.3.2 Fusible	13
2.3.3 Antifusible	13
2.3.4 EPROM	14
2.3.5 EEPROM/Flash	15
2.3.6 SRAM	15
2.3.7 Résumé	16
2.4 Circuits logiques programmables	17
2.4.1 SPLD	17
2.4.2 CPLD	19
2.5 FPIC	20
2.6 FPGAs	20

2.6.1	XC2000	21
2.6.2	XC6200	23
2.6.3	Architecture MUX versus LUT	24
2.6.4	Technologies de programmation	25
2.6.5	Accroissement de complexité	26
2.6.6	Fabricants	28
2.6.7	Placement/Routage	32
2.6.8	FPGA versus ASIC	32
2.7	Conclusion	33
3	De la bio-inspiration	35
3.1	Le modèle POE	36
3.2	La vie en 3 axes	37
3.2.1	Phylogénèse	37
3.2.2	Ontogénèse	42
3.2.3	Epigénèse	44
3.3	Les Systèmes artificiels en 3 axes	45
3.3.1	Phylogénèse	45
3.3.2	Ontogénèse	51
3.3.3	Epigénèse	53
3.4	Combinaisons	60
3.4.1	PO	60
3.4.2	PE	61
3.4.3	OE	62
3.4.4	POE	62
3.5	Le projet POEtic	62
3.5.1	Nomenclature	63
3.5.2	Architecture POEtic	63
3.5.3	Pourquoi un nouveau circuit ?	65
4	Le routage au fil des ans	67
4.1	Pourquoi un plus court chemin ?	67
4.2	Aparté naturel	68
4.2.1	Les fourmis	68
4.2.2	Les bulles de savon	69
4.2.3	Le gaz, le son, la lumière	70
4.2.4	De la ficelle	70
4.3	Les Bases théoriques	71
4.3.1	Arbre de poids minimal	71
4.3.2	Plus court chemin	73
4.3.3	Algorithme de Lee	78
4.3.4	Variations sur Lee	81
4.3.5	A* et algorithmes évolués	87
4.4	Approches Matérielles	88
4.4.1	Routage de FPGA	89
4.4.2	Coprocasseur	89
4.4.3	Processeur	90
4.4.4	SIMD	90



4.4.5	MIMD	90
4.4.6	Analogique	90
4.4.7	Tableau de cellules pour la réalisation de circuits	91
4.4.8	Tableau de cellules pour du matériel bio-inspiré	94
4.5	Conclusion	95
5	Le routage distribué	97
5.1	Concept	97
5.2	Principes	99
5.3	Hypothèses	100
5.4	Premières solutions	100
5.4.1	Algorithme direct	101
5.4.2	Algorithme à adressage relatif direct	102
5.4.3	Algorithme à adressage relatif indirect	103
5.5	HIDRA	104
5.5.1	Algorithme	106
5.5.2	Unité de routage	110
5.6	HIDRA-RC	125
5.7	HIDRA-RT	128
5.8	HIDRA-RTC	130
5.9	HIDRA-L	131
5.9.1	Algorithme	131
5.9.2	Implémentation	136
5.10	Voisinages	143
5.10.1	Switchboxs	144
5.10.2	Nombre total de transistors	145
5.10.3	4 versus 8	145
5.11	Analyse	147
5.11.1	Expérience	148
5.11.2	Temps d'exécution	149
5.11.3	Longueur de chemins	151
5.11.4	Nombre de multiplexeurs	154
5.11.5	Congestion	156
5.11.6	Théorie de la percolation	164
5.12	Conclusion	167
6	Le Circuit POEtic	171
6.1	Structure globale	173
6.2	Le sous-système organique	174
6.3	Les Molécules	175
6.3.1	Mode 4-LUT	177
6.3.2	Mode 3-LUT	178
6.3.3	Mode Comm	178
6.3.4	Mode Shift Memory	179
6.3.5	Mode Input	180
6.3.6	Mode Output	181
6.3.7	Mode Trigger	182
6.3.8	Mode Configure	184

6.3.9	Entrées/sorties	184
6.3.10	Communication intermoléculaire	187
6.3.11	Multiplexeurs d'entrée	190
6.3.12	Bits de configuration et reconfiguration partielle	192
6.3.13	Enable moléculaire	195
6.3.14	Gestion de la bascule	196
6.3.15	Look-up table	198
6.4	Le routage distribué	198
6.4.1	Routage pseudo-statique	199
6.4.2	Entrées/sorties et systèmes multi-chip	200
6.4.3	Interface molécule/unité de routage	202
6.5	Le sous-système environnemental	203
6.6	L'interface du système	206
6.7	Fabrication du circuit	207
6.8	Implémentation de composants de base	208
6.8.1	Le registre à décalage	208
6.8.2	Le compteur	211
6.8.3	Le compteur-trigger	211
6.9	Les outils de développement	215
6.9.1	Design	215
6.9.2	Simulation	216
6.10	Conclusion	218
6.10.1	Comparaison	218
6.10.2	Améliorations	219
7	Mécanismes POE	221
7.1	Autoréplication	222
7.2	Développement	224
7.2.1	Stockage de génome	225
7.2.2	Croissance	226
7.2.3	Différenciation	230
7.3	Un exemple concret : le prototype PO	230
7.3.1	Implémentation physique	231
7.3.2	Structure cellulaire	231
7.3.3	Mécanisme de développement	232
7.3.4	Evolution	234
7.3.5	Remarques conclusives	236
7.4	Matériel évolutif non-contraint	236
7.4.1	La look-up table	238
7.4.2	Le switchbox	238
7.4.3	Les entrées	239
7.4.4	Représentation du génome	239
7.4.5	Caractéristiques de l'évolution	242
7.5	Autres exemples	242
7.5.1	Autoréparation	242
7.5.2	Synthèse vocale	243
7.5.3	Neurone à impulsion	244
7.6	Conclusion	244



8 Conclusions	245
8.1 Le routage distribué	245
8.2 Conclusions POEtiques	247
Liste des Figures	251
Liste des Tableaux	257
Liste des Algorithmes	259
Bibliographie	261
Curriculum vitae	279