TABLE DES MATIÈRES

PREFACE 5
AVERTISSEMENT 9

CHAPITRE 1. INTRODUCTION 17
1.1. Le programme 17
A. La succession des formes 17
B. La science et l'indéterminisme des phénomènes 17
1.2. Théorie des modèles 18
A. Modèles formels 18
B. Modèles continus 19
1.3. Une digression historico-philosophique 20
A. Qualitatif et quantitatif 20
B. Les méfaits de l'histoire 21
C. Extension de notre matériel intuitif 22
1.4. Construction d'un modèle 23
A. Ensemble de catastrophe 23
B. L'indépendence du substrat. 24
C. Formes biologiques et formes inanimées 25
D. Conclusion 26
Appendice : Sur la notion d'objet 26

CHAPITRE 2. FORMES ET STABILITÉ STRUCTURELLE 29
2.1. Étude des formes 29
A. La forme au sens usuel 29
B. L'espace des formes 30
C. La stabilité structurelle. 31
D. Les formes informes 31
E. Les formes géométriques 32
2.2. Stabilité structurelle et observation scientifique 32
A. Les conditions de l'expérience scientifique 32
B. L'objection quantique 33
C. Processus isomorphes 34
D. Nature des fonctions empiriques 35
E. Points réguliers d'un processus 36
2.3. La stabilité structurelle et les modèles 37

CHAPITRE 3. LA STABILITÉ STRUCTURELLE EN MATHÉMATIQUE 39

3.1. Le problème général 39
A. Les familles continues et la bifurcation 39
B. Géométrie algébrique 39
Commentaire technique 40
C. Géométrie « analytique » 41
D. Topologie différentielle 41
Commentaire technique 42
E. Équations différentielles 43
Commentaire technique 45
F. Analyse fonctionnelle et équations aux dérivées partielles . 46
3.2. Algèbre et morphogénèse 48
A. La bifurcation 48
B. Déploiement universel d'une singularité de codimension finie 49
C. Exemple $y = x^3$ 51
D. Théorie générale du déploiement universel 51
Remarque 52

CHAPITRE 4. CINÉMATIQUE DES FORMES. CATASTROPHES 55

4.1. Processus spatiaux 55
A. Morphologie d'un processus 55
B. Attracteurs 56
C. Répartition en bassins 57
4.2. Modèles mathématiques pour les processus réguliers 57
A. Modèle statique 57
B. Modèle métabolique 58
C. Évolution des champs 58
D. Équivalence des modèles 58
E. Processus isomorphes 59
4.3. Catastrophes 60
A. Points catastrophiques ordinaires 60
B. Points catastrophiques essentiels 60
4.4. Champs morphogénétiques associées à des catastrophes locales . 61
A. Modèles statiques 61
B. Singularités stables des fronts d'onde 62
C. Modèles métaboliques 63
4.5. Classification préliminaire des catastrophes 64
A. Domaine d'existence et bassin 64
B. Catastrophes de conflit et catastrophes de bifurcation . . . 64
4.6. Couplage thermodynamique 65
A. Entropie microcanonique 65
B. Interaction de deux systèmes 66

C. Approche de l'état d'équilibre 67
D. Dynamiques polarisées 68
E. Pseudo-groupe d'équivalences locales d'un champ 69
4.7. Champs réduits 69
A. Définition d'un champ réduit 69
B. Self-interaction d'un champ. Évolution du champ réduit . . 70

CHAPITRE 5. LES CATASTROPHES ÉLÉMENTAIRES SUR L'ESPACE $\mathbf{R}^4$ ASSOCIÉES Á DES CONFLITS DE RÉGIME 72

5.1. Champs de dynamiques de gradients et modèle statique associé . . 72
A. La compétition entre régimes locaux 72
B. La convention de Maxwell 73
5.2. Étude algébrique des singularités ponctuelles d'un potentiel . . . 73
A. L'ensemble de catastrophe 73
B. Les strates de bifurcation 74
C. Étude des points singuliers isolés. Corang 75
D. La singularité résiduelle 76
5.3. Catastrophes de corang un 77
A. Strates de codimension zéro 77
B. Strates de codimension un 77
C. Strates de codimension deux 78
D. Strates de codimension trois 80
E. Strates de codimension quatre 84
5.4. Catastrophes de corang deux 89
A. Ombilics 89
B. Classification des ombilics 89
C. Morphologie des ombilics 90
D. L'ombilic parabolique : le Champignon 96
5.5. Morphologie du déferlement 101
5.6. Attracteurs d'un champ métabolique 105

CHAPITRE 6. MORPHOLOGIE GÉNÉRALE 108

6.1. Les grands types de formes et leurs changements 108
A. Formes statiques et formes métaboliques 108
B. Compétition des attracteurs d'une dynamique hamiltonienne 109
C. Apparition d'une nouvelle phase. Catastrophes généralisées 110
D. Superposition de catastrophes 112
E. Modèles pour une catastrophe généralisée. Changements de phase 113
F. Formalisation d'une catastrophe généralisée 113
6.2. Géométrie d'un couplage 116
A. Champs moyens 116

B. Champs moyens associés à un couplage 119
C. Champs moyens, la notion d'échelle et les catastrophes . . 120
6.3. Modèles sémantiques 121
A. Définition d'une chréode 121
B. Sous-chréode d'une chréode 122
C. Atlas de filiation des chréodes 123
D. Exemples de modèles sémantiques 123
E. Analyse d'un modèle sémantique 124
F. Analyse dynamique des chréodes du modèle statique . . . 125
Appendice 126

CHAPITRE 7. DYNAMIQUE DES FORMES 130

7.1. Les modèles mécaniques 130
A. Limitations des modèles classique et quantique 130
B. Le déterminisme 130
7.2. Information et complexité topologique 132
A. Usage actuel de la notion d'information 132
B. Caractère relatif de la complexité 133
C. Complexité topologique d'une forme 133
D. Choix de la forme de base 134
E. Complexité dans un espace produit 135
7.3. Information, signification et stabilité structurelle 136
A. Interaction libre 136
B. Entropie d'une forme 139
C. La compétition des résonances 140
7.4. Énergie et complexité spatiale 141
A. Le spectre 141
B. La théorie de Sturm Liouville à plusieurs dimensions . . . 142
C. Vieillissement et approche de l'état d'équilibre 143
7.5. Dynamiques formelles 144
A. Origine des dynamiques formelles 145
B. Mémoire et facilitation 147
C. Canalisation des équilibres 148
D. Stabilisation des seuils 149
E. Stabilisation des seuils et théorie des jeux 149
F. Codage 150
7.6. Forme et information 151
Appendice 1 : L'invariance de l'énergie et le premier principe . . . 152
Appendice 2 : Complexité topologique d'une dynamique 153
Appendice 3 : Complexité infinie des formes géométriques 154

CHAPITRE 8. BIOLOGIE ET TOPOLOGIE 158

8.1. Aspect topologique de la morphogénèse biologique 158

8.2. La forme en biologie. Notion de phénotype 159
A. La forme spatiale 159
B. La forme globale 161
8.3. Biologie moléculaire et morphogénèse 161
A. Insuffisance de la biochimie 161
B. Morphologie et biochimie 163
8.4. L'information en biologie 164
Appendice : Vitalisme et réductionnisme 166

CHAPITRE 9. MODÈLES LOCAUX EN EMBRYOLOGIE 168
9.1. Diversité des mécanismes locaux de la morphogénèse en biologie . 168
9.2. Présentation du modèle 169
9.3. Discussion des théories historiques 174
A. Schéma mosaïque 174
B. Théorie des gradients 175
9.4. Modèles en épigénèse primitive 176
A. Gastrulation chez les amphibiens 176
9.5. Modèles pour la ligne primitive 180
A. Topologie comparée de la Gastrulation chez les vertébrés . . 185
9.6. Modèles en épigénèse moyenne 188
A. Induction croisée par résonance : schéma glandulaire . . . 188
B. La morphogénèse du membre 189
9.7. Modèles en épigenèse tardive 194
A. Quelques chréodes archétypes 194
Appendice : Neurulation et formation de l'axe vertébral 201

CHAPITRE 10. MODÈLES GLOBAUX POUR UN ÊTRE VIVANT (MÉTAZOAIRE) 207
10.1. Le modèle statique 207
A. Préambule 207
B. Le modèle statique global 208
C. Régénération chez les Planaires 210
D. Digression : Préformation et épigénèse 212
10.2. Le modèle métabolique 214
A. Limites du modèle statique 214
B. Le polyèdre épigénétique 215
C. La figure de régulation 216
D. Le modèle global : description préliminiaire 218
E. Singularités auto-reproductrices 219
F. Le modèle mixte 222
10.3. Le modèle hydraulique 224
A. Description 224
B. Rapport entre le modèle hydraulique et le modèle métabolique 224
C. Dynamique de la gamétogénèse 225
D. La reproduction dans le modèle hydraulique 226

E. Interprétation du gradient animal-végétatif 228
F. Interprétation des variables internes 229
10.4. Analyse formelle de l'organogénèse 229
A. Origine de l'organogénèse 229
B. Localisation des fonctions 230
C. Formalisme de la reproduction : le matériel génétique . . 234
D. Effects formels de la localisation 235
E. Les organes de l'embryon 237
10.5. Schéma théorique d'une catastrophe de différenciation 238
10.6. Exemples d'organogénèse 244
A. Respiration et circulation sanguines 244
B. L'organogénèse du système nerveux 249
Appendices 1 : Morphologie Végétale 254
Appendices 2 : Applications du modèle: la maladie et la mort . . . 257

CHAPITRE 11. MODÈLES EN ULTRASTRUCTURE 261

11.1. La division d'une cellule 261
A. La taille optimum 261
B. Le flux d'énergie 262
C. Duplication du chromosome 263
D. Le crossing-over moléculaire 265
11.2. La mitose 267
A. Coordonnées internes 267
B. Variables spatiales 269
11.3. La méiose 271
11.4. Les champs morphogénétiques du cytoplasme 274
11.5. Théorie des structures cytoplasmiques 276
A. La notion d'enzyme 276
B. Structure d'une onde de choc. Régimes transitionnels . . . 276
C. Règle des trois états 277
D. Le noyau en tant que chémostat 279
11.6. Aspects formels de la duplication spatiale 280

CHAPITRE 12. LES GRANDS PROBLÈMES DE LA BIOLOGIE 284

12.1. La finalité en biologie 284
A. Finalité et optimalité 284
B. Hasard et mutations 286
12.2. L'irréversibilité de la différenciation 287
A. Les grands types de différenciation 287
B. La sexualité 288
C. L'irréversibilité et la mort 290
12.3. L'origine de la vie 290
A. La synthèse de la vie 290

B. La bouillie à trois régimes 291
C. La loi de récapitulation 294
12.4. L'évolution 294
A. Formes propres de duplication 294
B. Mécanisme de l'attraction des formes 296
C. Les stimuli inhabituels 297
D. Bactéries et métazoaires 298
Appendices 1 : Finalité et chréodes archétypes 299
Appendices 2 : Le modèle universel 300

CHAPITRE 13. DES CATASTROPHES AUX ARCHÉTYPES : PENSÉE ET LANGAGE 302

13.1. Chréodes archétypales et champs élémentaires 302
13.2. L'Homo Faber 303
A. Organes et outils 308
B. Fabrication d'un outil comme chréode 304
13.3. La conscience 306
A. Les origines 306
B. Modèles pout l'activité nerveuse 307
C. La liberté humaine 309
13.4. Le langage 309
A. Le langage comme modèle sémantique 309
B. La barrière de couplage et la signification 311
C. Les catégories grammaticales 312
D. Les signifiants abusifs 314
13.5. Trois grands types d'activité humaine 316
A. L'art 316
B. Le délire 312
C. Le jeu 317
13.6. La structure des sociétés 318
13.7. Conclusion 321
A. Résumé des thèses 321
B. Le contrôle expérimental 322
C. Le plan philosophique 324
D. Épilogue 324
Appendice 1 : Modèle pour la mémoire 327
Appendice 2 : Une interprétation topologique des fonctions grammaticales 329
Appendice 3 : Typologie d'une langue 343

RÉSUMÉ MATHÉMATIQUE 349

INDEX 358