

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE DE LA DEUXIÈME ÉDITION	xi
PRÉFACE DE L'ÉDITION ANGLAISE	xii
PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION	xvi
AVERTISSEMENT	xx
CHAPITRE 1. INTRODUCTION	1
1.1. <i>Le programme</i>	1
A. La succession des formes	1
B. La science et l'indéterminisme des phénomènes	1
1.2. <i>Théorie des modèles</i>	2
A. Modèles formels	2
B. Modèles continus	3
1.3. <i>Une digression historico-philosophique</i>	4
A. Qualitatif et quantitatif	4
B. Les méfaits de l'histoire	5
C. Extension de notre matériel intuitif	6
1.4. <i>Construction d'un modèle</i>	7
A. Ensemble de catastrophe	7
B. L'indépendance du substrat	8
C. Formes biologiques et formes inanimées	9
D. Conclusion	10
<i>Appendice: Sur la notion d'objet</i>	10
CHAPITRE 2. FORMES ET STABILITÉ STRUCTURELLE	13
2.1. <i>Étude des formes</i>	13
A. La forme au sens usuel	13
B. L'espace des formes	14
C. La stabilité structurelle	15
D. Les formes informes	15
E. Les formes géométriques	16
2.2. <i>Stabilité structurelle et observation scientifique</i>	16
A. Les conditions de l'expérience scientifique	16
B. L'objection quantique	17
C. Processus isomorphes	18
D. Nature des fonctions empiriques	19
E. Points réguliers d'un processus	20
2.3. <i>La stabilité structurelle et les modèles</i>	21

CHAPITRE 3. LA STABILITÉ STRUCTURELLE EN MATHÉMATIQUE	23
3.1. <i>Le problème général</i>	23
A. Les familles continues et la bifurcation	23
B. Géométrie algébrique	23
Commentaire technique	24
C. Géométrie «analytique»	25
D. Topologie différentielle	25
Commentaire technique	26
E. Équations différentielles	27
Commentaire technique	29
F. Analyse fonctionnelle et équations aux dérivées partielles	30
3.2. <i>Algèbre et morphogénèse</i>	32
A. Exemple de bifurcation	32
B. Déploiement universel d'une singularité de codimension finie	33
C. Exemple $y = x^3$	35
D. Théorie générale du déploiement universel	35
Remarque	36
CHAPITRE 4. CINÉMATIQUE DES FORMES. CATASTROPHES	40
4.1. <i>Processus spatiaux</i>	40
A. Morphologie d'un processus	40
B. Attracteurs	41
C. Répartition en bassins	42
4.2. <i>Modèles mathématiques pour les processus réguliers</i>	42
A. Modèle statique	42
B. Modèle métabolique	43
C. Évolution des champs	43
D. Équivalence des modèles	43
E. Processus isomorphes	44
4.3. <i>Catastrophes</i>	45
A. Points catastrophiques ordinaires	45
B. Points catastrophiques essentiels	45
4.4. <i>Champs morphogénétiques associés à des catastrophes locales</i>	46
A. Modèles statiques	46
B. Singularités stables des fronts d'onde	47
C. Modèles métaboliques	48
4.5. <i>Classification préliminaire des catastrophes</i>	49
A. Domaine d'existence et bassin	49
B. Catastrophes de conflit et catastrophes de bifurcation	49
4.6. <i>Couplage thermodynamique</i>	50
A. Entropie microcanonique	50
B. Interaction de deux systèmes	51
C. Approche de l'état d'équilibre	52

D. Dynamiques polarisées	53
E. Pseudo-groupe d'équivalences locales d'un champ	54
4.7 <i>Champ réduit</i>	54
A. Définition d'un champ réduit	54
B. Self-interaction d'un champ. Évolution du champ réduit	55
CHAPITRE 5. LES CATASTROPHES ÉLÉMENTAIRES SUR L'ESPACE \mathbf{R}^4 ASSOCIÉES À DES CONFLITS DE RÉGIME	57
5.1. <i>Champs de dynamiques de gradients et modèle statique associé</i>	57
A. La compétition entre régimes locaux	57
B. La convention de Maxwell	58
5.2. <i>Étude algébrique des singularités ponctuelles d'un potentiel</i>	58
A. L'ensemble de catastrophe	58
B. Les strates de bifurcation	59
C. Étude des points singuliers isolés. Corang	60
D. La singularité résiduelle	61
5.3. <i>Catastrophes de corang un</i>	62
A. Strates de codimension zéro	62
B. Strates de codimension un	62
C. Strates de codimension deux	63
D. Strates de codimension trois	65
E. Strates de codimension quatre	69
5.4. <i>Catastrophes élémentaires de corang deux</i>	74
A. Ombilics	74
B. Classification des ombilics	74
C. Morphologie des ombilics	75
D. L'ombilic parabolique: le Champignon	81
E. Remarque générale sur les catastrophes de bifurcation	90
5.5. <i>Morphologie du déferlement</i>	92
5.6. <i>Attracteurs d'un champ métabolique</i>	94
CHAPITRE 6. MORPHOLOGIE GÉNÉRALE	99
6.1. <i>Les grands types de formes et leurs changements</i>	99
A. Formes statiques et formes métaboliques	99
B. Compétition des attracteurs d'une dynamique hamiltonienne	100
C. Apparition d'une nouvelle phase. Catastrophes généralisées	101
D. Superposition de catastrophes	103
E. Modèles pour une catastrophe généralisée. Changements de phase	104
F. Formalisation d'une catastrophe généralisée	104
6.2. <i>Géométrie d'un couplage</i>	107
A. Champs moyens	107

B. Champs moyens associés à un couplage	110
C. Champs moyens, la notion d'échelle et les catastrophes	111
6.3. <i>Modèles sémantiques</i>	112
A. Définition d'une chréode	112
B. Sous-chréode d'une chréode	113
C. Atlas de filiation des chréodes	114
D. Exemples de modèles sémantiques	114
E. Analyse d'un modèle sémantique	115
F. Analyse dynamique des chréodes d'un modèle statique	116
<i>Appendice: La morphologie des nébuleuses spirales</i>	117
CHAPITRE 7. DYNAMIQUE DES FORMES	121
7.1. <i>Les modèles mécaniques</i>	121
A. Limitations des modèles classique et quantique	121
B. Le déterminisme	122
7.2. <i>Information et complexité topologique</i>	123
A. Usage actuel de la notion d'information	123
B. Caractère relatif de la complexité	124
C. Complexité topologique d'une forme	124
D. Choix de la forme de base	125
E. Complexité dans un espace produit	126
7.3. <i>Information, signification et stabilité structurelle</i>	127
A. Interaction libre	127
B. Entropie d'une forme	130
C. La compétition des résonances	131
D. Information et probabilité	132
7.4. <i>Énergie et complexité spatiale</i>	133
A. Le spectre	133
B. La théorie de Sturm-Liouville à plusieurs dimensions	134
C. Vieillesse et approche de l'état d'équilibre	135
7.5. <i>Dynamiques formelles</i>	136
A. Origine des dynamiques formelles	137
B. Phénomène de mémoire et de facilitation	139
C. Canalisation des équilibres	140
D. Stabilisation des seuils	141
E. Stabilisation des seuils et théorie des jeux	141
F. Autres aspects formels d'un couplage. Codage	142
7.6. <i>Forme et information</i>	143
<i>Appendice 1: L'invariance de l'énergie et le premier principe</i>	144
<i>Appendice 2: Complexité topologique d'une dynamique</i>	145
<i>Appendice 3: Complexité infinie des formes géométriques</i>	146
Principe de symétrie	147
Espaces des formes d'un espace fonctionnel	147

CHAPITRE 8. BIOLOGIE ET TOPOLOGIE	150
8.1. Aspect topologique de la morphogénèse biologique	150
8.2. La forme en biologie. Notion de phénotype	151
A. La forme spatiale	151
B. La forme globale	153
8.3. Biologie moléculaire et morphogénèse	153
A. Insuffisance de la biochimie	153
B. Morphologie et biochimie	155
8.4. L'information en biologie	156
Appendice: Vitalisme et réductionnisme	158
CHAPITRE 9. MODÈLES LOCAUX EN EMBRYOLOGIE	160
9.1. Diversité des mécanismes locaux de la morphogénèse en biologie .	160
9.2. Présentation du modèle	161
9.3. Discussion des théories historiques	166
A. Développement du type mosaïque	166
B. Théorie des gradients	167
9.4. Modèles en épigénèse primitive	168
A. Gastrulation chez les amphibiens	168
9.5. Modèles pour la ligne primitive	172
A. Topologie comparée de la gastrulation chez les Vertébrés . .	177
9.6. Modèles en épigénèse moyenne	180
A. Induction croisée par résonance: schéma glandulaire	180
B. Exemple. La morphogénèse d'un membre chez les Vertébrés .	181
9.7. Épigénèse tardive	186
A. Quelques chréodes archétypes associées aux ombilics	186
Appendice: Neurulation et formation de l'axe vertébral	193
CHAPITRE 10. MODÈLES GLOBAUX POUR UN ÊTRE VIVANT (MÉTAZOAIRE)	199
10.1. Le modèle statique	199
A. Préambule	199
B. Le modèle statique global	200
C. Géométrie de la régénération chez les Planaires	202
D. Digression: Préformation et épigénèse	204
10.2. Le modèle métabolique	206
A. Limites du modèle statique	206
B. Le polyèdre épigénétique	207
C. Figure de régulation	208
D. Le modèle global: description préliminaire	210
E. Singularités auto-reproductrices	211
F. Le modèle mixte	213

10.3. <i>Le modèle hydraulique</i>	215
A. Description du modèle	215
B. Rapport entre le modèle hydraulique et le modèle métabolique	216
C. Dynamique de la gamétogénèse	216
D. La reproduction dans le modèle hydraulique	217
E. Interprétation du gradient animal-végétatif	220
F. Interprétation des variables internes	220
10.4. <i>Analyse formelle de l'organogénèse</i>	221
A. Origine de l'organogénèse	221
B. Localisation des fonctions	222
C. Formalisme de la reproduction: le matériel génétique	225
D. Effets formels de la localisation	227
E. Les organes de l'embryon	228
10.5. <i>Schéma théorique d'une catastrophe de différenciation</i>	229
10.6. <i>Exemples d'organogénèse</i>	236
A. Respiration et circulation sanguine	236
B. L'organogénèse du système nerveux	241
<i>Appendice: Morphologie végétale</i>	245
Applications physiologiques du modèle: la maladie et la mort	248
Epigénèse du système nerveux. Schéma théorique	250
CHAPITRE 11. MODÈLES EN ULTRASTRUCTURE	253
11.1. <i>La division d'une cellule</i>	253
A. La taille optimum	253
B. Le flux d'énergie	254
C. Duplication du chromosome	255
D. Modèle pour le crossing over (au niveau moléculaire)	257
11.2. <i>La mitose</i>	259
A. Coordonnées internes	259
B. Variables spatiales	261
11.3. <i>La méiose</i>	263
11.4. <i>Les champs morphogénétiques du cytoplasme</i>	266
11.5. <i>Théorie des structures cytoplasmiques</i>	268
A. La notion d'enzyme	268
B. Structure d'une onde de choc. Régimes transitionnels	268
C. Règle des trois états	269
D. Le noyau en tant que chémostat	271
11.6. <i>Aspects formels de la duplication spatiale</i>	272
CHAPITRE 12. LES GRANDS PROBLÈMES DE LA BIOLOGIE	276
12.1. <i>La finalité en biologie</i>	276
A. Finalité et optimalité	276
B. Hasard et mutations	278

12.2. <i>L'irréversibilité de la différenciation</i>	279
A. Les grands types de différenciation	279
B. La sexualité	280
C. L'irréversibilité et la mort	282
12.3. <i>L'origine de la vie</i>	282
A. La synthèse de la vie	282
B. La bouillie à trois régimes	283
C. La loi de recapitulation	286
12.4. <i>L'évolution</i>	286
A. Formes propres de duplication	286
B. Mécanisme de l'attraction des formes	288
C. Les stimuli inhabituels	289
D. Bactéries et métazoaires	290
<i>Appendice 1: Finalité et chréodes archétypes</i>	291
<i>Appendice 2: Le modèle universel</i>	292
CHAPITRE 13. DE L'ANIMAL À L'HOMME: PENSÉE ET LANGAGE	294
13.1. <i>Une contradiction fondamentale de la régulation biologique: persistance du sujet et périodicité des actions</i>	294
A. Le lacet de prédation	294
B. Le lacet de reproduction	300
C. La sexualité	302
13.2. <i>Le psychisme animal</i>	303
A. Les formes génétiques	303
B. L'animal à la quête de son moi	304
C. Le rêve	305
D. Le jeu	305
13.3. <i>L'Homo Faber</i>	306
A. Organes et outils	306
B. Exemple: fabrication d'un outil comme chréode	307
13.4. <i>L'Homo Loquens</i>	309
A. La double origine du langage	309
B. La syntaxe et les morphologies archétypes	310
C. Les automatismes du langage	311
13.5. <i>Géométrie et algèbre: la pensée mathématique</i>	315
13.6. <i>Trois grands types d'activité humaine</i>	318
A. L'art	318
B. Le délire	319
C. Le jeu	320
13.7. <i>La structure des sociétés</i>	321
13.8. <i>Conclusion</i>	324
A. Résumé des thèses	324
B. Le contrôle expérimental	324

C. Le plan philosophique	326
D. Epilogue	327
<i>Appendice 1: Modèle pour la mémoire</i>	<i>329</i>
Mécanisme de l'acquisition des souvenirs	329
<i>Appendice 2: Catégories grammaticales. Typologie des langues et</i>	
<i>écriture</i>	<i>331</i>
RÉSUMÉ MATHÉMATIQUE: NOTIONS (ET NOTATIONS) DE TOPOLOGIE	
DIFFÉRENTIELLE ET DE DYNAMIQUE QUANTITATIVE	335
1. Espace euclidien \mathbb{R}^q A q dimensions	335
2. Applications	337
3. Applications différentiables	338
4. Variétés différentiables	339
5. Champ de vecteurs	341
6. Systèmes dynamiques	342
7. Espaces fonctionnels. Variétés de dimension infinie	343
INDEX	344