

SOMMAIRE

<i>Préface</i>	9
<i>Prologue</i>	13

Partie 1

Affiner notre vision du monde

1. Un périple dans les échelles	19
L'Univers fractal.....	19
Pour comprendre la notion d'échelle, affranchissons-nous de l'anthropocentrisme	23
Attention, les échelles changent.....	26
Les structures complexes naissent des interactions entre différentes échelles.....	28
2. Pourquoi la physique peine-t-elle à expliquer les phénomènes complexes ?	31
Le mythe pythagoricien	32
Le mythe newtonien.....	35
Un biais de sélection dans la connaissance.....	38
Émergence et réductionnisme	41
Aucune théorie n'est valide à toutes les échelles.....	46
L'incertitude s'est invitée en force dans les sciences.....	50
Une vision moderne des lois de la nature	58
Remettre le hasard à la place qu'il mérite.....	60
3. Les deux moteurs de l'Univers : l'entropie et l'expansion	65
Plus que l'énergie, c'est l'entropie qui anime l'Univers.....	66
Le ruissellement de l'entropie anime toutes les structures	72
Une vision élargie de l'entropie : l'information.....	76
D'où vient la faible entropie initiale du Big Bang ?.....	79
Où s'échappe l'entropie du cosmos ?	82
Le « quatrième principe de la thermodynamique » : dans le marc de café	84

Partie 2

La nature fabrique le complexe à partir du simple

4. Comment émerge la complexité ?	93
L'émergence à partir de rien (ou presque)	93
L'énergie ne travaille que sous contrainte.....	97
Le hasard est contraint par les lois de la nature.....	99
Le hasard est aussi sujet aux contraintes qu'il crée lui-même.....	103
La causalité descendante	108
Le millefeuille hiérarchisé	115
Chaque niveau du millefeuille forge ses propres lois	120
5. À la frontière entre l'ordre et le chaos	123
La complexité se développe à la marge	124
Les systèmes auto-organisés maintenus loin de l'équilibre	128
Les attracteurs peuvent extraire de l'ordre du chaos	132
Des exemples dans toutes les strates du millefeuille	135
Les états critiques auto-organisés	142
Les systèmes complexes adaptatifs	148
6. Les transitions de phase et les brisures de symétrie	157
Le concept est né en physique.....	157
Notre histoire est ponctuée de transitions de phase	161
Les transitions de phase provoquent des brisures de symétrie	167
7. L'échappement dans le possible adjacent	173
Un principe de portée universelle.....	174
Deux propriétés importantes.....	176
Deux exemples dans le monde minéral.....	177
L'échappement dans le possible adjacent est au cœur de l'évolution naturelle.....	179
Quelques exemples dans l'histoire du vivant	182
Des exemples dans la société.....	184
Le possible adjacent et la physique	187
8. Le monde s'organise comme un combinatoire	191
La complexité du monde vient de la simplicité de ses ingrédients.....	191
Premier Lego : les particules.....	197
Deuxième Lego : les atomes	199
Troisième Lego : les molécules.....	200
Quatrième Lego : les macromolécules.....	203
Le quatrième Lego se sophistique avec la catalyse et fait apparaître la vie.....	206
La catalyse est une notion universelle	209
L'auto-assemblage des êtres vivants	213
De nouveaux Lego apparaissent dans les plus grandes échelles.....	219
Et Dieu dans tout cela ?.....	222
9. La martingale de la sélection darwinienne	225
La martingale est-elle systématiquement gagnante ?.....	226

La sélection naturelle crée le plus improbable pourvu qu'elle en ait le temps.....	229
L'évolution darwinienne suit-elle une finalité ?	232
La sélection naturelle existe-t-elle en dehors du domaine du vivant ?	234
La sélection naturelle s'est-elle arrêtée chez l'Homme ?	240

Partie 3

Nouvelles interprétations et indications sur le futur

10. Un éclairage sur la question quantique	247
La mécanique quantique dévoile une couche fondamentale du millefeuille	247
La question quantique	252
Le problème de la mesure, un caillou dans la chaussure	253
La décohérence permet de mieux comprendre les contradictions.....	256
Le chat de Schrödinger peut craindre la mort, mais non la superposition quantique	257
La renormalisation, une procédure licite	261
L'émergence de l'espace-temps et des lois	263
11. La transition de phase d'Internet.....	267
Une origine très simple, un développement très complexe	267
La confrontation des échelles	271
Causalités montante et descendante	273
Des possibles adjacents s'ouvrent à l'infini	274
Internet présente les caractéristiques d'une transition de phase.....	277
Internet s'auto-organise entre le chaos et l'ordre	279
Une entropie coûteuse.....	286
Internet, un gigantesque catalyseur	290
12. Qu'attendre du futur ?.....	293
Le futur de l'Univers, du Système solaire et de la Terre	294
Le futur de la science	297
La science et l'intelligence artificielle	303
Le futur de la société	307
<i>Remerciements</i>	315
<i>Bibliographie</i>	317
<i>Lexique</i>	319
<i>Index</i>	337