

Table des figures

Chapitre 1.

Figure 1. Espace géographique et causalités	9
Figure 2. Espace de configuration et espace de contrôle	10
Figure 3. Typologie des morphogenèses	11

Chapitre 2.

Chapitre 3.

Figure 4. Synthèse des différents types de langage en géographie	32
Figure 5. La table des chorèmes de Roger Brunet (Brunet, 1980)	33
Figure 6. Avantages et inconvénients des chorèmes en géographie	35
Figure 7. La théorie géographique	36
Figure 8. Double typologie des modèles	41
Figure 9. Objet géographique et résolution (Cuénin, 1972)	45
Figure 10. Objet ou espace	49
Figure 11. Quelques formes optimales	51
Figure 12. Formes optimales et objet géographique	51

Chapitre 4.

Figure 13. Définitions des dimensions topologiques	54
Figure 14. Agrandissement ou réduction d'un carré par un facteur 3	56
Figure 15. Agrandissement ou réduction d'un carré par un facteur 5	56
Figure 16. La courbe de Helge von Koch	57
Figure 17. Arpentage d'une courbe fractale	58
Figure 18. Loi d'échelle fractale	60
Figure 19. Loi d'échelle non fractale	60
Figure 20. Méthode de calcul d'une dimension fractale par comptage de boîtes carrées	62

Figure 21. Générateur pour fabriquer une grille hexagonale	63
Figure 22. Grilles hexagonales à mailles variables	63
Figure 23. Hexagone et signe des équations de droites	64
Figure 24. Comparaison entre une mesure de dimension fractale par comptage de boîtes carrées et une mesure de dimension fractale par comptage de boîtes hexagonales	64
Figure 25. Méthode de calcul par une grille composée de boîtes circulaires	65
Figure 26. Schéma d'une dilatation infinitésimale	66
Figure 27. Le modèle à une transition fractal – non fractal (Nottale, 1993)	67
Figure 28. Fluctuation log-périodique et mesure de la dimension fractale	68
Chapitre 5.	
Figure 29. Mouvement et échelle en morphométrie	78
Chapitre 6.	
Figure 30. Réseau hydrographique des Gardons (des sources jusqu'au pont de Ners)	81
Figure 31. Embranchements élémentaires d'un arbre déterministe pour $k = 2$	82
Figure 32. Arbre déterministe avec un générateur possédant deux embranchements	84
Figure 33. Base 2 et arbre à déterministe à deux branches	84
Figure 34. Arbre déterministe avec un générateur possédant trois embranchements	85
Figure 35. Base 3 et arbre déterministe à trois branches	85
Figure 36. Rapport entre le rayon et la longueur des branches d'un arbre	89
Figure 37. Calcul de la dimension fractale par comptage de boîtes carrées du RESEAU 1	91
Figure 38. Calcul de la dimension fractale par comptage de boîtes carrées du RESEAU 2	91
Figure 39. Classification de Horton appliquée aux Gardons	93
Figure 40. Relation entre l'ordre, l'effectif et la longueur	93
Figure 41. Classification de Horton appliquée aux Gardons	94
Figure 42. Relation entre l'ordre, l'effectif et la longueur	94
Figure 43. Tableau de mesures des dimensions fractales par comptage de boîtes carrées pour les deux représentations du réseau	95
Figure 44. Tableau de comparaison entre les mesures du RESEAU 1	95
Figure 45. Tableau de comparaison entre les mesures du RESEAU 2	95
Figure 46. Arbre du RESEAU 1	97
Figure 47. Arbre du RESEAU 2	98
Figure 48. Distribution de probabilité du rapport LC / VO	99
Figure 49. Estimation du facteur d'échelle LC / VO	100
Figure 50. Arborescence : niveaux et branches dans le cas de structure auto-similaire	101
Figure 51. Arborescence : modèle parabolique observé	102
Figure 52. Statistique des longueurs des branches du RESEAU 1 ($n = 618$)	103
Figure 53. Statistique des longueurs des branches du RESEAU 2 ($n = 1\ 694$)	104
Figure 54. Exemple d'un graphique bi logarithmique où la gamme d'échelle est courte	105
Figure 55. Exemple d'un graphique bi logarithmique où la gamme d'échelle est moyenne	105
Figure 56. Exemple d'un graphique bi logarithmique où la gamme d'échelle est correcte	106

Figure 57. Rapport LC / VO du chemin de la branche 6401–RESEAU 1 à l'exutoire	107
Figure 58. Relevé de la dimension fractale par branche du chemin de la branche 6401-RESEAU 1 à l'exutoire	107
Figure 59. Rapport LC / VO du chemin de la branche 9402–RESEAU 2 à l'exutoire	107
Figure 60. Relevé de la dimension fractale par branche du chemin de la branche 9402-RESEAU 2 à l'exutoire	107
Chapitre 7.	
Figure 61. Couleurs potentielles obtenues par le filtre	113
Figure 62. Extraction de la tache urbaine de Beijing	113
Figure 63. Image monochrome de la tache urbaine de Beijing	114
Figure 64. Taches urbaines de quelques agglomérations de par le monde	116 à 128
Figure 65. Tableau présentant les corrections des dimensions fractales des douze agglomérations en double	129
Figure 66. Distribution de probabilité de la dimension fractale centrée et réduite	129
Figure 67. Distribution de probabilité de la dimension fractale centrée et réduite de la base Christopher Small	130
Figure 68. Distribution de probabilité de la dimension fractale centrée et réduite de la base d'Ann Bryant	130
Figure 69. Localisation des dimensions fractales de chacune des taches urbaines mesurées	131
Figure 70. Taches urbaines, dimensions fractales mesurées et population de la ville principale	132
Figure 71. Population de la ville principale et dimension fractale de la tache	132
Figure 72. Surface relative et dimension fractale de chaque des taches	133
Chapitre 8.	
Figure 73. Tableau de la résolution des images capturées d'Avignon	135
Figure 74. Images capturées de Mappy traitées pour étudier la morphologie d'Avignon	136
Figure 75. Calcul de la dimension fractale de l'image 1	138
Figure 76. Calcul des dimensions fractales des différentes images	139
Figure 77. Toutes les courbes estimées	140
Figure 78. Tableau de synthèse des dimensions fractales obtenues en fonction de leur résolution	140
Figure 79. Graphique de synthèse des résolutions en fonction des dimensions fractales obtenues	141
Figure 80. Graphique de synthèse des dimensions fractales obtenues en fonction de leur résolution	141
Figure 81. Relation quadratique entre la dimension fractale et le logarithme du nombre de boîtes comptées	142
Figure 82. Relation exponentielle entre la dimension fractale et le nombre de boîtes comptées	142
Chapitre 9.	
Figure 83. Carte des éléments bâtis de Montbéliard	146
Figure 84. Calcul de la dimension fractale par la méthode de comptage de boîtes carrées	147
Figure 85. Construction d'une fractale pseudo-aléatoire à partir d'un tapis de Sierpinski	150
Figure 86. Construction d'une fractale pseudo-aléatoire à partir d'un tapis de Sierpinski avec une condition supplémentaire à la première itération	151
Figure 87. Estimation de la dimension fractale du modèle par la méthode du comptage de boîtes carrées	152
Figure 88. Estimation par une loi de transition fractal – fractal du modèle par la méthode du comptage de boîtes carrées	152

Figure 89. Schéma de synthèse de l'organisation des cinq niveaux d'organisation d'une agglomération	154
Chapitre 10.	
Figure 90. Rappel épistémologique sur l'objet d'étude « motte »	161
Chapitre 11.	
Figure 91. État des limites historiques connues entre 900 et 1100 d'après Robert Fossier (1968)	173
Figure 92. État des limites historiques connues entre 1100 et 1300 d'après Robert Fossier (1968)	178
Figure 93. État des limites historiques connues entre 1300 et 1400 d'après Jean Kerheve (1998)	180
Figure 94. État des limites historiques connues entre 1400 et 1500 d'après Jean Kerheve (1998)	182
Figure 95. État des limites historiques connues entre 1500 et 1700 d'après Georges Duby (1987)	184
Figure 96. État des limites historiques connues de 1700 à nos jours	186
Figure 97. Carte représentant la Flandre vers l'an 900	190
Chapitre 12.	
Figure 98. Les dates calendaires observées et premières estimations de g et T_C	194
Figure 99. L'ajustement de g et de T_C par un tirage Monte-Carlo	195
Figure 100. La relation entre le rang et le $\ln(T_n - T_C)$	195
Figure 101. Les dates théoriques obtenues par l'équation de l'évolution	196
Figure 102. L'arbre de l'évolution spatio-temporelle du site de Boves de la fin de l'empire carolingien au XXI ^e siècle	196
Figure 103. Exemple d'analyse radiale avec pour centre le château de Boves	198
Figure 104. Nuage de points des châteaux connus	200
Figure 105. Encadrement du nuage de points	201
Figure 106. Tableau de synthèse de la répartition des châteaux autour de Boves	202 à 206
Figure 107. Tableau de synthèse de la répartition des lieux aléatoires autour de Boves	207 à 211
Figure 108. Variation du rapport entre le nombre de lieux aléatoires et le nombre de châteaux dans chaque anneau	212
Figure 109. Tableau de synthèse des résultats de l'analyse radiale en tout lieu	214 à 218
Chapitre 13.	
Figure 110. Transitions fractal – non fractal observées dans le cas de la répartition des communes centres et hameaux en dépendant et de la répartition des châteaux dans l'espace géohistorique étudié	223
Figure 111. Représentation des grilles carrées de résolution ε (en km) contenant au moins un château pour une résolution donnée	225
Figure 112. Représentation tridimensionnelle des carrés de résolution ε (en km) et du nombre de châteaux dans chaque carré	226
Figure 113. Représentation tridimensionnelle des carrés de résolution ε (en km) et de leurs densités respectives	227
Figure 114. Représentation tridimensionnelle des carrés de résolution ε (en km) et de leurs dimensions fractales respectives	228
Figure 115. Localisation des centres urbains de l'espace géohistorique étudié par l'intermédiaire des pics de dimensions fractales « locales » avec une maille de 6,375 km	229
Figure 116. Résultats numériques de l'analyse fractale locale des châteaux ($N_T = 1\ 413$)	229
Figure 117. Résultats numériques de l'analyse fractale locale des communes centres et des hameaux ($N_T = 3\ 738$)	230
Figure 118. Modèle fractal – non fractal et dimension fractale « locale » par grille appliquée aux résultats de la distribution des châteaux	230

Figure 119. Modèle fractal – non fractal et dimension fractale « locale » par grille appliquée aux résultats de la distribution des communes centres et hameaux en dépendant 231

Chapitre 14.

Figure 120. Dimension fractale territoriale globale de chacune des périodes géographiques 234

Figure 121. Dimension fractale territoriale de la période géographique vers 900 – vers 1100 235

Figure 122. Dimension fractale territoriale de la période géographique vers 1100 – vers 1300 235

Figure 123. Dimension fractale territoriale de la période géographique vers 1300 – vers 1400 236

Figure 124. Dimension fractale territoriale de la période géographique vers 1400 – vers 1500 236

Figure 125. Dimension fractale territoriale aux deux dernières périodes géographiques sur le territoire de la France 236

Figure 126. Dimension fractale territoriale locale moyenne 237

Figure 127. Localisation des dimensions fractales dans chaque territoire vers 900-1100 238

Figure 128. Localisation des dimensions fractales dans chaque territoire vers 1100-1300 239

Figure 129. Localisation des dimensions fractales dans chaque territoire vers 1300-1400 240

Figure 130. Localisation des dimensions fractales dans chaque territoire vers 1400-1500 241

Figure 131. Localisation des dimensions fractales dans chaque territoire vers 1500-1700 242

Figure 132. Localisation des dimensions fractales dans chaque territoire vers 1700-1900 243

Chapitre 15.

Chapitre 16.

Figure 133. Schéma des différentes lois rang – taille possibles (Forriez, Martin, 2009) 256

Figure 134. Tableau récapitulatif des régressions linéaires effectuées dans l'espace bi logarithmique des rangs et du nombre d'habitants 258 à 282

Figure 135. Statistique de la pente q centrée et réduite 283

Figure 136. Tableau récapitulatif l'ensemble des pentes q et des ordonnées estimées 284 à 288

Figure 137. Comparaison entre la population totale de la loi rang – taille et de la population totale respective 289 à 293

Figure 138. Distributions parétiennes observées pour chacun des États du monde 297 à 321

Figure 139. Distribution statistique de l'exposant α de Pareto 322

Figure 140. La valeur numérique des exposants α de Pareto obtenu 323 à 327

Chapitre 17.

Figure 141. Répartition des géolocalisations de la base *Tageo* 329

Figure 142. Analyse fractale globale de la répartition de l'établissement humain à l'échelle planétaire 330

Figure 143. Paramètres de la structure fractale globale de la répartition de l'établissement humain à l'échelle planétaire 330

Figure 144. Paramètres de la dimension fractale locale 331

Figure 145. Dimension fractale locale contenue dans chaque carré 331

Figure 146. Structure locale de la répartition de la population à l'échelle du monde 332

Figure 147. Projection du nuage de points de la population locale et de la dimension fractale locale 333

Figure 148. Loi rang – taille à l'échelle du monde avec un seuil de 144 300 habitants 334

Figure 149. Distribution parétienne observée	335
Figure 150. Classe statistique et exposant de Pareto	335
Figure 151. Estimations des lois possibles pour la « dynamique d'échelle » avec un exposant de Pareto	336
Figure 152. Répartition de l'établissement humain avec un seuil de 144 300 habitants	337
Figure 153. Analyse fractale globale de la répartition de l'établissement humain avec un seuil de 144 300 habitants	337
Figure 154. Paramètres de la structure fractale globale de la répartition de l'établissement humain avec un seuil de 144 300 habitants	337
Figure 155. Dimension fractale locale contenue dans chaque carré avec un seuil de 144 300 habitants	338
Figure 156. Paramètres de la dimension fractale locale avec un seuil de 144 300 habitants	338
Figure 157. Structure locale de la répartition de la population à l'échelle du monde avec un seuil de 144 300 habitants	339
Figure 158. Projection du nuage de points de la population locale et de la dimension fractale locale	339
Figure 159. Répartition de l'établissement humain avec un seuil de 1 000 000 habitants	340
Figure 160. Loi rang – taille à l'échelle du monde avec un seuil de 1 000 000 habitants	341
Figure 161. Paramètres de l'exposant de Pareto	341
Figure 162. Estimations des lois possibles pour la « dynamique d'échelle » avec un exposant de Pareto	341
Figure 163. Dimension fractale globale de la répartition de l'établissement humain avec un seuil de 1 000 000 habitants	342
Figure 164. Dimension fractale locale de la répartition de l'établissement humain avec un seuil de 1 000 00 habitants	342
Figure 165. Dimension fractale globale du continent eurasiatique	344
Figure 166. Dimensions fractales locales du continent eurasiatique	344
Figure 167. Loi rang – taille sur la répartition de l'établissement humain à l'échelle du continent eurasiatique	345
Figure 168. Paramètres de l'exposant de Pareto	345
Figure 169. Estimations des lois possibles pour la « dynamique d'échelle » avec un exposant de Pareto	345
Figure 170. Dimension fractale globale du continent américain	346
Figure 171. Dimensions fractales locales du continent américain	346
Figure 172. Loi rang – taille sur la répartition de l'établissement humain à l'échelle du continent américain	347
Figure 173. Paramètres de l'exposant de Pareto	347
Figure 174. Estimations des lois possibles pour la « dynamique d'échelle » avec un exposant de Pareto	347
Figure 175. Dimension fractale globale du continent africain	348
Figure 176. Dimensions fractales locales du continent africain	348
Figure 177. Loi rang – taille sur la répartition de l'établissement humain à l'échelle du continent africain	349
Figure 178. Paramètres de l'exposant de Pareto	349
Figure 179. Estimations des lois possibles pour la « dynamique d'échelle » avec un exposant de Pareto	349
Figure 180. Dimension fractale globale du continent océanien	350
Figure 181. Dimensions fractales locales du continent océanien	351
Figure 182. Loi rang – taille sur la répartition de l'établissement humain à l'échelle du continent océanien	351
Figure 183. Paramètres de l'exposant de Pareto	351
Figure 184. Représentation graphique de la variation de l'exposant de Pareto en fonction de la classe statistique et estimations des lois possibles pour la « dynamique d'échelle » avec un exposant de Pareto	352
Figure 185. Estimation des dimensions fractales territoriales à l'échelle étatique	354 à 358

Figure 186. Statistique des dimensions fractales territoriales centrées et réduites	359
Figure 187. Dimension fractale territoriale moyenne en fonction des continents	359
Chapitre 18.	
Figure 188. Tableau résumant les données utilisées dans cette thèse en termes d'information	365
Figure 189. Critique externe des données utilisées dans la thèse	366
Figure 190. Critique interne des données utilisées dans la thèse	367
Figure 191. Système de connaissance de l'objet géographique	368
Figure 192. Tableau résumant la combinaison entre mouvement et échelles vs. géographie structurale et géographie dynamique	371
Figure 193. Tableau synthétisant ce que pourrait être la science « géographie »	373

