

Table des matières

Introduction	1
Cécile TANNIER	
Partie 1. Notions élémentaires et figures de référence	5
Chapitre 1. Introduction à l'analyse et la modélisation fractales en géographie humaine	7
Cécile TANNIER et François SÉMÉCURBE	
1.1. Modèles géométriques de la distribution spatiale des implantations humaines	9
1.2. Description et mesure des formes de distribution spatiale des implantations humaines	14
1.3. Bibliographie	21
Chapitre 2. Notions élémentaires pour l'analyse et la modélisation fractales en géographie humaine	25
Cécile TANNIER	
2.1. Méthodes de construction de figures fractales	28
2.1.1. Systèmes de fonctions itérées	29
2.1.2. Cascades fractales	32
2.1.3. Jeu du chaos	33
2.1.4. <i>L-systems</i> (systèmes de Lindenmayer)	34
2.1.5. Autres méthodes permettant de créer des figures fractales	36
2.2. Mesure de la taille d'objets fractals et non fractals	39

2.3. Définition d'un objet fractal	42
2.4. Densité et dimension fractale	44
2.5. Fractales mathématiques <i>versus</i> fractales du monde réel	48
2.6. Fractalité et invariance d'échelle	51
2.7. Bibliographie	56
Chapitre 3. Figures fractales de référence	59
Cécile TANNIER	
3.1. Courbes et îles fractales	61
3.1.1. Courbes fractales	61
3.1.2. Téragones, îles fractales	62
3.2. Poussières, tamis et tapis fractals	63
3.2.1. Poussières fractales	63
3.2.2. Tamis et tapis de Sierpinski	66
3.2.3. Fractale box	70
3.3. Figures fractales hybrides et figures multifractales	70
3.3.1. Figures fractales hybrides	70
3.3.2. Figures multifractales	79
3.3.3. Figures composites	80
3.4. Modèles géométriques fractals de lieux centraux	82
3.5. À propos de la lacunarité	86
3.6. Conclusion	90
3.7. Bibliographie	92
Partie 2. Analyses fractales et multifractales de la distribution spatiale des implantations humaines	95
Chapitre 4. Méthodes élémentaires d'analyse fractale en géographie humaine	97
Cécile TANNIER, Gaëtan MONTERO, François SÉMÉCURBE et Isabelle THOMAS	
4.1. Estimation de la dimension fractale d'un ensemble d'implantations humaines (objets ponctuels, linéaires ou surfaciques) . . .	98
4.1.1. Principes généraux présidant à l'estimation de dimensions fractales	99
4.1.2. Dimension de boîte	103
4.1.3. Dimension de corrélation	107
4.1.4. Analyse fractale géographiquement pondérée (GWFA)	110
4.1.5. Précisions et commentaires	114

4.2. Analyses fractales de boîte et de corrélation de cinquante tissus bâtis	119
4.2.1. Tissus bâtis étudiés	120
4.2.2. Choix des valeurs de paramètres des analyses fractales	128
4.2.3. Comparaison des dimensions de boîte et de corrélation des cinquante tissus bâtis	139
4.3. Conclusion	147
4.4. Bibliographie	148

Chapitre 5. Délimitation morphologique des agglomérations urbaines : comparaison de méthodes fractales et non fractales 153
Gaëtan MONTERO, Cécile TANNIER et Isabelle THOMAS

5.1. Comparaison de trois méthodes fractales et non fractales de délimitation morphologique des villes	154
5.1.1. Présentation et critique des trois méthodes	156
5.1.2. Comparaison des méthodes	163
5.1.3. Application des trois méthodes pour la délimitation morphologique de la ville de Bruxelles (Belgique)	166
5.2. Caractérisation morphologique des villes délimitées au moyen de MorphoLim au sein de 82 aires urbaines françaises	173
5.2.1. 82 aires urbaines étudiées	173
5.2.2. Méthodologie	174
5.2.3. Résultats	177
5.3. Conclusion	195
5.4. Bibliographie	196

Chapitre 6. Analyses multifractales de répartitions de population 205
François SÉMÉCURBE et Cécile TANNIER

6.1. Introduction	205
6.2. Présentation théorique de l'analyse multifractale	207
6.2.1. Mesures et probabilités : modélisations mathématiques de distributions de population	207
6.2.2. Dimensions généralisées	210
6.2.3. Spectre de singularité (ou spectre multifractal)	213
6.2.4. Formalisme multifractal	215
6.3. Application à l'étude de la distribution spatiale du peuplement	216
6.3.1. Exploration des dimensions généralisées	217

6.3.2. Typologie de distributions spatiales en fonction de leur spectre multifractal	220
6.4. Conclusion	224
6.5. Bibliographie	225
Chapitre 7. Caractériser les écarts à l'invariance d'échelle au moyen de signatures trans-échelles	229
François SÉMÉCURBE et Cécile TANNIER	
7.1. Signatures trans-échelles : un outil d'exploration des écarts à l'invariance d'échelle	231
7.1.1. Limites de la dimension fractale pour la caractérisation des formes de semis de bâtiments	231
7.1.2. Calcul des signatures trans-échelles	235
7.2. Synthétiser l'information apportée par les signatures trans-échelles	237
7.2.1. Typologie des signatures trans-échelles au moyen d'une analyse en composantes principales	237
7.2.2. Décomposition des signatures trans-échelles au moyen de polynômes orthogonaux	241
7.3. Conclusion	246
7.4. Bibliographie	247
Partie 3. Formes urbaines et aménagements fractals	249
Chapitre 8. Principes d'aménagement et d'urbanisme fractal.	251
Cécile TANNIER	
8.1. Hypothèses quant aux avantages fonctionnels de formes bâties et non bâties fractales.	252
8.1.1. Réponse aux attentes de la population en matière de choix et de satisfaction résidentielle	252
8.1.2. Structuration spatiale des parcs et espaces verts intra-urbains.	257
8.1.3. Préservation de la biodiversité	258
8.1.4. Hiérarchies spatiales intra- et interurbaines.	260
8.1.5. Forme du périmètre des agglomérations urbaines	261
8.2. Normes fractales d'aménagement : entre mythes et réalités	262
8.2.1. La question de la « bonne » dimension fractale pour l'aménagement des villes	262
8.2.2. Optimalité des formes de villes fractales : mythe ou réalité ?	264

8.3. Pourquoi et comment introduire des règles géométriques fractales dans les modèles géographiques d'aménagement urbain et régional ?	266
8.3.1. MUP-City : simulation d'un développement résidentiel fractal sous contraintes d'accessibilité.	268
8.3.2. Fractalopolis : conception de plans multifractals de développement urbain	270
8.3.3. Des règles géométriques fractales dans les modèles géographiques de villes et de territoires.	274
8.4. Conclusion	276
8.5. Bibliographie.	278

Chapitre 9. Planification prospective multifractale : le modèle

Fractalopolis appliqué au *Grand Paris* 287

Pierre FRANKHAUSER et Olivier BONIN

9.1. Aménager par l'accessibilité : réduire les distances parcourues et organiser les centralités urbaines	289
9.1.1. Accessibilité et satisfaction résidentielle	289
9.1.2. Demande sociale : attentes et besoins des individus en matière de mobilité.	291
9.1.3. De la hiérarchie des besoins des individus à la hiérarchie des lieux centraux.	292
9.2. Intégrer les trames vertes et bleues dans une démarche d'aménagement	294
9.2.1. Trames vertes pour réduire les îlots de chaleur.	294
9.2.2. Trames vertes pour protéger la biodiversité	295
9.2.3. Trames vertes comme concept d'aménagement	297
9.3. Fractalopolis : un modèle multi-échelle d'aménagement	302
9.3.1. Un précurseur : le TOD, lui-même inspiré de la cité-jardin	302
9.3.2. La géométrie fractale en tant que support aux réflexions d'aménagement	304
9.3.3. Hiérarchie de lieux centraux articulée aux trames vertes et bleues	311
9.3.4. Formalisation des accessibilités	313
9.4. Exemple d'application : du <i>Très Grand Paris</i> au secteur d' <i>Est Ensemble</i>	325
9.4.1. Planification multifractale du développement	325
9.4.2. Évaluation de la satisfaction résidentielle potentielle	330
9.4.3. Scénarios de répartition spatiale des logements	333
9.5. Conclusion	338
9.6. Bibliographie.	340

Conclusion	347
Isabelle THOMAS	
Liste des auteurs	351
Index	353