

# Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	1
Denise PUMAIN	
<b>Chapitre 1. La complexité en géographie</b> . . . . .	5
Denise PUMAIN	
1.1. Introduction . . . . .	5
1.2. Une première bifurcation dans l'épistémologie de la modélisation en géographie . . . . .	7
1.2.1. Des explications « verticales » pour la « science des lieux et non des hommes » . . . . .	8
1.2.2. Des explications « horizontales » pour la science de la spatialité des sociétés . . . . .	9
1.2.3. Le statut discuté de la modélisation . . . . .	11
1.3. Les régularités modélisées . . . . .	13
1.3.1. Proximité et distances . . . . .	14
1.3.2. L'échelle . . . . .	19
1.3.3. Concentration et accumulation : inégalités et lois d'échelle . . . . .	22
1.3.4. Changement spatial et dépendance à la trajectoire. . . . .	25
1.3.5. Dérives territoriales, compression espace-temps et mondialisation . . . . .	29
1.4. Conclusion . . . . .	33

## **Chapitre 2. Choisir des modèles pour expliquer les dynamiques des villes et des territoires . . . . . 35**

Lena SANDERS

2.1. Introduction. . . . .	35
2.2. Expliquer par des raisons ou par des lois : choix d'un cadre épistémologique . . . . .	36
2.3. La démarche modélisatrice : diversité des modèles . . . . .	40
2.4. Expliquer par des relations statistiques ou par des mécanismes . . . . .	43
2.5. Choisir le niveau d'abstraction du phénomène à expliquer : général <i>versus</i> particulier . . . . .	45
2.6. Choisir le niveau d'abstraction du modèle : stylisé ou réaliste, KISS ou KIDS . . . . .	48
2.6.1. Modes de représentation de l'espace : d'un espace stylisé à un espace réaliste . . . . .	49
2.6.2. La formalisation des mécanismes spatiaux : du stylisé au réaliste . . . . .	53
2.7. Conclusion . . . . .	54

## **Chapitre 3. Effets de la distance et dépendance d'échelles dans les modèles géographiques de villes et de territoires . . . . . 59**

Cécile TANNIER

3.1. Introduction. . . . .	59
3.2. Trois principes fondamentaux pour la modélisation des villes et des territoires . . . . .	62
3.2.1. Effets de la distance . . . . .	63
3.2.2. Effets de la dépendance d'échelles. . . . .	64
3.3. Prise en compte du rôle de la distance dans les modèles de simulation spatiale . . . . .	67
3.4. Modélisation de la dépendance d'échelles. . . . .	83
3.4.1. La dépendance d'échelles en tant que résultat de processus agissant à différentes échelles . . . . .	84
3.4.2. L'invariance d'échelles au service de la description des phénomènes géographiques . . . . .	90
3.4.3. La dépendance d'échelles en tant que mécanisme génératif de configurations spatiales simulées. . . . .	95
3.5. Conclusion . . . . .	100

## **Chapitre 4. Modélisation territoriale incrémentale . . . . . 103**

Clémentine COTTINEAU, Paul CHAPRON, Marion LE TEXIER  
et Sébastien REY-COYREHOURCQ

4.1. Introduction . . . . .	103
4.2. La carte et le territoire . . . . .	104
4.2.1. Modéliser comme on cartographie : sélection et schématisation . . . . .	104
4.2.2. La représentation du territoire en entrée du modèle . . . . .	108
4.2.3. La représentation du territoire en sortie du modèle . . . . .	110
4.3. Modèles de territoires en général et en particulier : expliquer par les modèles en géographie . . . . .	113
4.3.1. L'explication géographique par la modélisation territoriale : contingence historique et non-ergodicité . . . . .	114
4.3.2. Typologie générale/particulière/singulière . . . . .	117
4.4. La modélisation territoriale incrémentale . . . . .	117
4.4.1. Identifier l'objet, l'échelle, le motif singulier et les faits stylisés à reproduire . . . . .	118
4.4.2. Recueillir les différentes explications théoriques . . . . .	119
4.4.3. Hiérarchiser les processus d'interactions entre agents . . . . .	121
4.4.4. Hiérarchiser les processus d'interactions des agents avec l'environnement . . . . .	122
4.4.5. Implémenter les mécanismes et leurs alternatives formelles . . . . .	123
4.4.6. Combiner, simuler, comparer . . . . .	123
4.5. Enjeux et limites de la multimodélisation . . . . .	125
4.5.1. La malédiction combinatoire . . . . .	125
4.5.2. Le coût humain et technique . . . . .	125
4.5.3. Subjectivité du choix des incréments . . . . .	126
4.5.4. Comparer des modèles de structures différentes . . . . .	126
4.5.5. Partage et accumulation du savoir . . . . .	128
4.6. Conclusion . . . . .	128

## **Chapitre 5. Méthodes d'exploration des modèles de simulation . . . . . 131**

Juste RAIMBAULT et Denise PUMAIN

5.1. Introduction . . . . .	131
5.2. Les sciences sociales et l'expérimentation . . . . .	132
5.3. Données de la géographie et capacités informatiques . . . . .	133
5.4. Les simulations de nouvelle génération . . . . .	136

5.4.1. Un laboratoire virtuel : la plateforme OpenMOLE . . . . .	137
5.4.2. L'expérience SimpopLocal : simulation d'une émergence en géographie . . . . .	140
5.4.3. Implémentation de SimpopLocal : de NetLogo à OpenMOLE . .	143
5.4.4. Calibrage et validation . . . . .	145
5.4.4.1. Le calibrage comme optimisation au moyen des algorithmes génétiques . . . . .	145
5.4.4.2. Exploration de l'espace des paramètres sous contrainte d'objectifs . . . . .	147
5.4.4.3. Le profil de calibrage, un grand saut épistémologique pour les SHS . . . . .	148
5.5. Autres exemples d'applications d'OpenMOLE : modèles d'interaction réseaux-territoires . . . . .	149
5.6. Perspectives . . . . .	153
5.6.1. Méthodes . . . . .	153
5.6.2. Outils . . . . .	154
5.7. Conclusion . . . . .	155

## **Chapitre 6. Visualiser les modèles . . . . . 157**

Robin CURA

6.1. Introduction. . . . .	157
6.2. Des parallèles entre modélisation et visualisation . . . . .	159
6.2.1. Visualisation : un outil d'interdisciplinarité . . . . .	161
6.2.2. Visualisation et coconstruction . . . . .	161
6.2.3. Visualisation : un outil de médiation. . . . .	162
6.2.4. Visualisation et interdisciplinarité . . . . .	163
6.3. Visualisation et reproductibilité. . . . .	166
6.3.1. Enracinement dans des données . . . . .	166
6.3.2. Reproductibilité de l'exploration visuelle. . . . .	167
6.3.3. Visualiser un modèle, c'est apprendre. . . . .	168
6.4. Visualiser pour évaluer . . . . .	169
6.4.1. Visualiser avant de modéliser. . . . .	170
6.4.2. Visualiser pendant la simulation . . . . .	172
6.4.3. Visualiser après la simulation. . . . .	175
6.4.3.1. Analyse des résultats d'une simulation . . . . .	175
6.4.3.2. Analyse des résultats de plusieurs réplifications . . . . .	176
6.4.3.3. Vers une évaluation visuelle . . . . .	177
6.5. Visualiser pour comparer. . . . .	178
6.5.1. Quels modèles comparer ? . . . . .	178

---

6.5.1.1. Comparer différentes versions d'un modèle . . . . .	179
6.5.1.2. Comparer différents modèles . . . . .	180
6.5.2. Comment comparer visuellement ? . . . . .	180
6.5.2.1. Comparer les structures globales. . . . .	181
6.5.2.2. Filtres et détails à la demande . . . . .	182
6.6. Visualiser pour communiquer . . . . .	185
6.6.1. Visualiser pour restituer . . . . .	185
6.6.2. Visualiser pour sensibiliser . . . . .	188
6.7. Quelques obstacles inhérents à la visualisation de modèles . . . . .	189
6.7.1. Produire et visualiser des données massives . . . . .	189
6.7.2. Enregistrement des données. . . . .	190
6.7.3. Structuration, pérennité et interrogation des données . . . . .	191
6.7.4. Visualisation des données . . . . .	192
6.7.4.1. Visualiser des données agrégées . . . . .	193
6.7.4.2. Agrégation et variabilité. . . . .	193
6.7.4.3. L'agrégation de données géographiques . . . . .	195
6.8. Conclusion . . . . .	197
<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>199</b>
<b>Liste des auteurs. . . . .</b>	<b>231</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>233</b>