
Table des matières

Introduction	9
Chapitre 1. Construire des objets dans le temps	15
1.1. Différents points de vue sur l'ontologie	18
1.1.1. Une définition aux interfaces des disciplines	18
1.1.2. Qualification des objets thématiques dans une perspective ontologique : objets bona fide <i>versus</i> fiat	22
1.1.3. Spécification des ontologies dans le domaine de l'analyse spatiale et des sciences géographiques : objets <i>versus</i> champs	24
1.1.4. Exemple de construction d'objets empiriques : le cas des villes	28
1.2. Situer les objets spatiaux dans le temps	31
1.2.1. Formalisation des objets dans le temps : entités « durantes » et « perdurantes » des philosophes	31
1.2.2. Du changement à la vie des objets	35
1.3. Conclusion	43
Chapitre 2. Du questionnement empirique à la modélisation spatio-temporelle	45
2.1. De la conception des entités à leur analyse pour répondre à des questions thématiques	46
2.1.1. Construire les objets spatio-temporels à partir des observations empiriques	48

2.1.2. Représenter et explorer le changement et le mouvement	51
2.1.3. Analyser l'évolution des relations statistiques et spatiales	54
2.1.4. Identifier les processus sous-jacents au changement :	
simuler et tester des scénarios	57
2.1.4.1. Modèle dynamique agrégé	58
2.1.4.2. Modèle dynamique d'un système spatial	59
2.1.4.3. Microsimulation : modèles dits individus-centrés.	59
2.1.4.4. Automates cellulaires (AC) et systèmes multi-agents (SMA)	59
2.2. Enjeux et modèles : les malentendus possibles	61
2.3. Exemples d'application.	63
2.3.1. Dynamique des villes : construction et suivi dans le temps d'objets composites (exemple 1)	64
2.3.1.1. Etape 1 : construire un ensemble d'objets cohérent dans l'espace et dans le temps : une base de données harmonisées des villes européennes.	64
2.3.1.2. Etape 2 : explorer l'évolution des villes	68
2.3.1.3. Etape 3 : analyser les différences d'évolutions des villes : typologie des trajectoires	69
2.3.1.4. Etape 4 : simuler la dynamique d'un système de villes	70
2.3.2. Distribution des fonctions urbaines dans l'espace intraurbain : construction d'objets fonctionnels spatio-temporels (exemple 2).	70
2.3.2.1. Etape 1 : construire un ensemble cohérent d'objets fonctionnels dans l'espace et dans le temps.	71
2.3.2.2. Etape 2 : explorer les temporalités des objets thématiques	71
2.3.3. Evaluer l'impact d'objets mobiles sur l'espace support : pratiques animales et évolution des ressources (exemple 3).	73
2.3.3.1. Etape 1 : construction des entités (objets et propriétés) à partir des données empiriques : identifier les lieux de fréquentation animale à partir de relevés GPS, caractériser le changement du couvert végétal à partir d'images satellites	74
2.3.3.2. Etape 2 : représenter et explorer les mouvements des troupeaux et les changements d'occupation du sol.	76
2.3.3.3. Etape 3 : analyser les relations entre l'intensité de la fréquentation animale et le changement du couvert végétal	77
2.3.3.4. Etape 4 : identifier les processus liant les pratiques animales et le changement du couvert végétal.	77
2.3.4. Quels facteurs derrière l'émergence et/ou le renforcement de la ségrégation scolaire ? Construction d'informations multiniveaux et multidates (exemple 4)	77

2.3.4.1. Etape 1 : construction des objets et de leurs propriétés dans une perspective multiniveau	78
2.3.4.2. Etape 2 : représenter et explorer les choix d'établissement des élèves et leurs conséquences sur la composition sociale des établissements et leur évolution	78
2.3.4.3. Etape 3 : analyser les relations entre la réussite scolaire et les caractéristiques des élèves et de l'établissement fréquenté	80
2.3.4.4. Etape 4 : identifier les processus menant à une ségrégation scolaire plus ou moins importante	80
2.4. Conclusion	81

Chapitre 3. Analyser des données spatio-temporelles :

approches empiriques et statistiques	83
3.1. Données statistiques et analyse spatio-temporelle	84
3.1.1. Evolution de l'analyse spatiale dans un contexte marqué par les statistiques et l'informatique	84
3.1.2. Différentes façons de prendre en compte le temps et l'espace pour analyser les processus spatio-temporels	88
3.1.2.1. Du tableau statistique à la matrice d'information géographique : espace support et espace actif	88
3.1.2.2. Le temps « déplié » et le temps « replié »	90
3.1.3. De la dynamique des entités à celle des organisations : qu'est-ce qui change et par rapport à quel référentiel ?	91
3.2. Suivre l'évolution de la structure de systèmes spatiaux	94
3.2.1. Décrire l'évolution d'organisations spatiales et hiérarchiques	94
3.2.1.1. Les indicateurs d'organisation spatiale	94
3.2.1.2. La relation rang-taille comme indicateur de l'organisation hiérarchique d'un système de villes	98
3.2.2. Changement, temporalités et explications statistiques	101
3.3. Appréhender l'évolution des entités d'un système spatial	104
3.3.1. Construire, décrire et catégoriser des trajectoires d'évolution	105
3.3.1.1. Evolution du système de villes européennes entre 1600 et 1990	105
3.3.1.2. Evolution des spécialisations économiques des villes américaines entre 1970 et 2000	108
3.3.2. Identifier des types de changement <i>a priori</i> pour classer des évolutions	110
3.3.3. Temps « déplié » et prévisions	111
3.4. Conclusion	114

Chapitre 4. Explorer les processus sous-jacents au changement : modèles de simulation.	119
4.1. La simulation informatique <i>versus</i> l’approche statistique : différents points de vue sur l’explication	119
4.1.1. De la covariation à l’interaction, de la différenciation à l’émergence	122
4.1.2. Différents types d’explication : du pourcentage de variance expliquée à la génération des mécanismes	124
4.1.3. Différents points de vue sur les phénomènes multiniveaux	126
4.2. Modèles de microsimulation.	128
4.3. Modèles informatiques : simulation et émergence	133
4.3.1. Modéliser la diffusion d’un front migratoire en intégrant l’aléa.	133
4.3.2. Les approches par les automates cellulaires : le cas des changements d’utilisation du sol.	136
4.3.3. Modélisation agent sur des entités simples	141
4.3.3.1. Dynamique de ségrégation de la population dans la ville de Yaffo entre 1955 et 1995	142
4.3.3.2. La « spirale des inégalités » scolaires.	142
4.3.3.3. Simuler l’abandon d’un territoire : exemples en archéologie	143
4.3.4. Modélisation agent sur des entités composites	145
4.3.4.1. Le modèle MayaSim : simuler la dynamique du peuplement Maya.	146
4.3.4.2. Le modèle EuroSim : simulation de la dynamique du système des villes européennes entre 1950 et 2050.	147
4.4. Conclusion	150
 Conclusion.	 153
 Bibliographie	 159
 Index	 175