
Table des matières

Avant-propos	13
Arnaud BANOS, Christophe LANG et Nicolas MARILLEAU	
Chapitre 1. Introduction à l'approche agent	15
Fabrice BOUQUET, Sébastien CHIPEAUX, Christophe LANG, Nicolas MARILLEAU, Jean-Marc NICOD et Patrick TAILLANDIER	
1.1. Introduction	15
1.2. Deux visions des SMA par l'exemple	16
1.2.1. Les SMA dans les sciences sociales	16
1.2.2. Les SMA en sciences du sol	17
1.2.3. Synthèse	18
1.3. La place des agents dans les grands courants de modélisation	19
1.3.1. Grands courants de modélisation spatiale	19
1.3.2. Propriétés des approches de modélisation	20
1.3.2.1. Les modèles statistiques et économétriques	20
1.3.2.2. Les modèles d'interaction spatiale	20
1.3.2.3. Les modèles d'optimisation	21
1.3.2.4. Les modèles de simulation	21
1.3.3. Comment modéliser un système	22
1.4. Le paradigme agent	23
1.4.1. Concepts de base	23
1.4.2. Les interactions	25
1.4.3. Les différents types d'agents	26
1.4.4. Les paradigmes d'organisation des SMA	27
1.4.4.1. Principes généraux des SMACO	28
1.4.4.2. Le modèle <i>agent-groupe-rôle</i> (AGR), un exemple d'organisation SMACO	29

1.4.5. Les plates-formes agent	30
1.5. Appréhender un phénomène par les agents	31
1.5.1. Deux visions agent d'un phénomène réel	31
1.5.2. Modélisation agent par l'exemple : le projet MIRO	32
1.5.2.1. Le modèle SMartAccess	33
1.5.2.2. Le modèle GaMiroD	33
1.5.3. Analyse critique	34
1.6. Synthèse	36
Chapitre 2. Formalismes de description des modèles agent	37
Fabrice BOUQUET, David SHEEREN, Nicolas BECU, Benoît GAUDOU, Christophe LANG, Nicolas MARILLEAU et Claude MONTEIL	
2.1. Introduction	37
2.2. Exemple fil rouge	38
2.3. Formalisation de modèles agent	39
2.3.1. Le langage UML (<i>Unified Modeling Language</i>)	40
2.3.1.1. Formalisation de la structure des modèles (diagrammes statiques)	41
2.3.1.2. Formalisation du fonctionnement des modèles (diagrammes dynamiques)	44
2.3.2. Le langage AML (<i>Agent Modeling Language</i>)	47
2.3.2.1. Formalisation de la structure des modèles (<i>agent-groupe-rôle</i>)	47
2.3.2.2. Formalisation du fonctionnement des modèles (interactions et actions)	53
2.3.3. UML <i>versus</i> AML	55
2.3.4. Autres variations d'UML	56
2.3.5. Formaliser des changements de comportement en UML	57
2.4. Description et documentation des modèles agent	58
2.4.1. Décrire et documenter : pourquoi?	59
2.4.1.1. Décrire de manière pédagogique la connaissance portée par le modèle	59
2.4.1.2. Expliciter sans ambiguïté la structure et le fonctionnement du modèle	60
2.4.1.3. Prendre en compte la multiplicité des usagers du modèle	60
2.4.1.4. Inclure la méta-connaissance mobilisée pour construire le modèle	61
2.4.1.5. Permettre la réplication du modèle	61
2.4.1.6. Accompagner le cycle de développement du modèle	61
2.4.1.7. Développer des formes pertinentes de visualisation d'un modèle	62

2.4.2. Décrire et documenter : comment ?	62
2.4.2.1. Les composants du protocole ODD	63
2.4.2.2. Vue d'ensemble (<i>Overview</i>)	63
2.4.2.3. Eléments de conception (<i>Design concepts</i>)	65
2.4.2.4. Détails (<i>Details</i>)	65
2.4.3. Documentation ODD de l'exemple fil rouge	67
2.4.3.1. Vue d'ensemble (<i>Overview</i>)	67
2.4.3.2. Eléments de conception (<i>Design concepts</i>)	69
2.4.3.3. Détails (<i>Details</i>)	70
2.5. Discussion sur la documentation	71
Chapitre 3. Introduction à NetLogo	73
Frédéric AMBLARD, Eric DAUDÉ, Benoît GAUDOU, Arnaud GRIGNARD, Guillaume HUTZLER, Christophe LANG, Nicolas MARILLEAU, Jean-Marc NICOD, David SHEEREN et Patrick TAILLANDIER	
3.1. Introduction	73
3.1.1. Un peu d'histoire	73
3.1.2. Objectif du chapitre	74
3.2. Méta-modèle de NetLogo	75
3.2.1. Les <i>patches</i>	76
3.2.1.1. Topologie de l'environnement	76
3.2.1.2. Variables de <i>patches</i>	77
3.2.1.3. Primitives de <i>patches</i>	77
3.2.2. Les <i>turtles</i>	78
3.2.2.1. Variables de <i>turtles</i>	78
3.2.2.2. Primitives de <i>turtles</i>	78
3.2.3. Les <i>links</i>	79
3.2.3.1. Variables de <i>links</i>	79
3.2.3.2. Primitives de <i>links</i>	79
3.2.4. L' <i>observer</i>	79
3.3. Interface du logiciel NetLogo	79
3.4. Création d'un modèle simple pas-à-pas	81
3.4.1. Créer la structure du monde et définir son état initial	82
3.4.1.1. Définir l'espace	82
3.4.1.2. Ma première procédure	82
3.4.1.3. Diversifier le monde	86
3.4.1.4. Peupler le monde	88
3.4.1.5. Influencer la création du monde : passage de paramètres	90
3.4.2. Introduire la dynamique	90
3.4.2.1. Cycle de vie de la simulation	90
3.4.2.2. Dynamique de l'environnement	92

3.4.2.3. Dynamique des agents <i>turtles</i>	96
3.4.2.4. Visualisation	97
3.5. Interaction entre agents et interaction agents-environnement	100
3.5.1. Interaction entre agents	100
3.5.2. Structuration des interactions par les réseaux sociaux, les <i>links</i>	103
3.5.3. Voisinages	104
3.6. Introduction aux fonctionnalités supplémentaires de NetLogo	104
3.6.1. L'outil BehaviorSpace	105
3.6.2. Multi-joueur (HubNet)	105
3.6.3. Système dynamique	105
3.6.4. Introduction aux modèles dans des environnements en 3D	106
3.6.5. Système d'informations géographiques (SIG)	108
3.6.6. Algorithmes sur les graphes	109
3.6.7. <i>NetLogo dictionary</i> et instructions abrégées	112
3.7. Conclusion	112
Chapitre 4. Exploration de modèles agent	113
Arnaud BANOS, Philippe CAILLOU, Benoit GAUDOU et Nicolas MARILLEAU	
4.1. Introduction	113
4.1.1. Exemple introductif	113
4.1.2. Objectif	115
4.2. Explorer une simulation	116
4.2.1. Objectifs	116
4.2.2. Utilisation des histogrammes pour afficher une distribution	117
4.2.3. Utilisation d'un graphique XY	118
4.2.3.1. Représentation d'un ensemble de points (individus/éléments)	119
4.2.3.2. Représentation d'une/plusieurs trajectoires à l'aide de pinceaux dynamiques	121
4.2.3.3. Suivi du moustique initialement infecté à l'aide de <i>watch-me</i>	122
4.2.4. Cartographie à l'aide des <i>patches</i>	122
4.2.5. Visualisation du réseau d'interaction moustiques/humains	125
4.2.6. Utilisation de graphiques sur plusieurs simulations	126
4.3. Explorer plusieurs simulations	130
4.3.1. Introduction	130
4.3.2. Explorer l'espace des paramètres : le BehaviorSpace pas-à-pas	131
4.3.3. Analyser les données dans NetLogo (BehaviorSpace avancé)	137
4.3.3.1. Utilisation de graphiques et BehaviorSpace	138
4.3.3.2. Analyse de données et BehaviorSpace	140

4.3.3.3. Analyse de la variance : présentation	144
4.3.3.4. Graphique de l'analyse de la variance	146
4.3.4. Traitement des données en dehors de NetLogo :	
exemple de R	155
4.3.4.1. Etape préalable : traitement du fichier csv	155
4.3.4.2. Analyse dans R	156
4.4. Conclusion	161
Chapitre 5. Systèmes dynamiques avec NetLogo	163
Nathalie CORSON et Damien OLIVIER	
5.1. Introduction	163
5.2. Modélisation agrégée <i>versus</i> modélisation individu-centrée	164
5.3. Représentation agrégée de la propagation de la panique	166
5.3.1. NetLogo pour la représentation du système dynamique	168
5.3.1.1. Méthode : diagramme de Forrester	168
5.3.1.2. Outil : <i>System Dynamics Modeler - NetLogo</i>	169
5.3.2. Modèle de représentation du système dynamique	
par un système d'EDO	175
5.3.3. Etude du système dynamique	180
5.3.3.1. Etude numérique	180
5.3.3.2. Intégration numérique d'un système d'EDO :	
méthodes	180
5.3.3.3. Intégration numérique d'un système d'EDO :	
application au modèle de panique	187
5.3.3.4. Etude théorique	190
5.4. Modèle individu-centré de propagation de la panique	193
5.5. Version système dynamique du modèle fil rouge	196
Chapitre 6. Vers des modèles multi-acteurs	201
Nicolas BECU, Frédéric AMBLARD, Nicolas BRAX, Benoit GAUDOU et Nicolas MARILLEAU	
6.1. Introduction	201
6.2. Diversité des approches multi-acteurs en modélisation	203
6.2.1. Simulation participative	203
6.2.2. Collaboration et modélisation-simulation	204
6.2.2.1. Collaboration dans la simulation	205
6.2.2.2. Collaboration pour la modélisation	205
6.3. Simuler les jeux d'acteurs et apprendre sur les autres :	
le système HubNet de NetLogo	207
6.3.1. La technologie HubNet	207
6.3.2. La cadre de la simulation participative à base de rôles	208

6.3.2.1. Le concept de rôle et les formes d'apprentissage	208
6.3.2.2. Mise en place du dispositif et déroulé d'une session	209
6.3.3. L'application SimPAGE : l'apprentissage au travers de la simulation participative	212
6.3.3.1. Le simulateur multi-agents	213
6.3.3.2. La simulation participative SimPAGE	215
6.3.3.3. Les apprentissages induits	219
6.4. Echanger et confronter des connaissances : le portail collaboratif PAMS	220
6.4.1. Partager la simulation PAMS	221
6.4.2. Exemple d'application : le projet MIRO	221
6.5. Les enjeux auxquels peuvent répondre les modèles multi-acteurs	223
6.5.1. Révéler des comportements et co-construire des modèles	224
6.5.2. Des outils favorisant l'interdisciplinarité	224
6.5.3. Médiation et formation	225
Bibliographie	227
Index	237