

Table des matières

Introduction générale	1
1 Modélisation et visualisation à l'interface entre les disciplines	10
Introduction	11
1.1 D'où je viens	12
1.1.1 Géographie	12
1.1.2 Géomatique	13
1.1.3 Modélisation : à la confluence de la GTQ et de la géoma- tique	15
1.2 Contexte d'inscription du travail	19
1.2.1 Modélisation de processus spatiaux	19
1.2.2 Des processus inscrits dans la longue durée	21
1.2.3 Un contexte fortement interdisciplinaire	23
1.3 Questionnement initial, obstacles et pistes de résolution	28
1.3.1 Accompagner la modélisation	28
1.3.2 Explorer et confronter données empiriques et simulées . .	31
1.3.3 D'un méta-modèle à un retour sur expérience de modéli- sation	33
1.4 Un positionnement résolument interdisciplinaire, facilité par la conception d'interfaces exploratoires	35
1.4.1 Favoriser une co-construction interdisciplinaire	35
1.4.2 Mettre en place des interfaces disciplinaires	38

1.4.3	Une démarche exploratoire	42
1.4.4	Une démarche reproductible	45
	Conclusion	48
2	Formaliser connaissances et hypothèses, vers un modèle de simulation co-construit : SimFeodal	50
	<i>Avant-propos</i>	51
	Introduction	53
2.1	Objectifs du modèle SimFeodal – <i>Purpose</i>	55
2.1.1	Contexte historiographique	55
2.1.2	Questionnement	56
2.2	Entités et échelles – <i>Entities, state variables, and scales</i>	58
2.2.1	Entités	58
2.2.2	Échelles spatiales et temporelles	62
2.3	Fonctionnement général – <i>Process overview and schedulling</i>	66
2.3.1	Initialisation	67
2.3.2	Variables globales	68
2.3.3	Renouvellement des foyers paysans	68
2.3.4	Mise à jour du maillage paroissial	69
2.3.5	Détection des Pôles	71
2.3.6	Satisfaction des Foyers Paysans	71
2.3.7	Migration des Foyers Paysans	72
2.3.8	Gains de droits	74
2.3.9	Collecte des droits	74
2.3.10	Dons entre seigneurs	75
2.3.11	Construction et promotion des châteaux	76
2.3.12	Création de nouveaux seigneurs	78
2.3.13	Détection des agrégats	78
2.3.14	Actualisation des pôles	79
2.3.15	Enregistrement des <i>outputs</i>	80
2.4	Concepts de modélisation– <i>Design concepts</i>	81

2.4.1	Principes de base - <i>Basic principles</i>	81
2.4.2	Théories et concepts de la modélisation agents mobilisés	84
2.5	Situation initiale – <i>Details - Initialisation</i>	89
2.5.1	Une situation initiale théorique et générée de manière endogène	89
2.5.2	Paramètres d'initialisation	91
2.6	Données en entrée – <i>Input data</i>	93
2.7	Mécanismes spécifiques – <i>Submodels</i>	94
2.7.1	Introduction	94
2.7.2	Mécanismes globaux	96
2.7.3	Foyers paysans	101
2.7.4	Seigneurs	104
	Conclusion	109
3	Évaluer et paramétrer un modèle de simulation complexe en situation d'inter-disciplinarité	111
	Introduction	113
3.1	Comment évaluer un modèle?	114
3.1.1	Évaluation, validation, vérification...	115
3.1.2	Les étapes de l'évaluation d'un modèle	119
3.1.3	Une évaluation de la plausibilité d'un modèle : la « <i>face validation</i> »	125
3.1.4	Vers une évaluation visuelle	134
3.2	Une grille d'analyse composée d'indicateurs de sortie	138
3.2.1	Indices et indicateurs	138
3.2.2	Hiérarchiser et catégoriser les indicateurs	144
3.2.3	Les indicateurs et dimensions de SimFeodal	149
3.3	Paramétrage du modèle SimFeodal	159
3.3.1	Les paramètres	159
3.3.2	Le paramétrage	170
	Conclusion	188
4	Explorer visuellement des données de simulation massives pour	

analyser le comportement d'un modèle.	190
Introduction	191
4.1 Capter les sorties de SimFeodal	192
4.1.1 Masse des données	192
4.1.2 Tenir compte de la stochasticité du modèle - les réplifications	196
4.1.3 Des réplifications aux expériences	198
4.1.4 Des données aux indicateurs	199
4.2 Comment explorer les sorties de SimFeodal?	201
4.2.1 Observer les simulations en direct ou <i>a posteriori</i>	201
4.2.2 Générer les indicateurs	205
4.2.3 Organiser les indicateurs en rapports paramétrables	207
4.2.4 Organiser les rapports : les <i>dashboards</i>	212
4.2.5 Interagir avec les rapports : exploration interactive	216
4.2.6 Explorer en comparant : la plateforme SimEDB	221
4.3 Organiser les données	224
4.3.1 Assurer la capacité d'interrogation des données	224
4.3.2 Structuration des données de SimFeodal	238
4.4 Une plate-forme d'exploration de données de simulations : SimEDB	246
4.4.1 Contraintes	246
4.4.2 Construire une plate-forme interactive pour l'exploration de sorties de simulation	256
Conclusion	272
5 Exploration du comportement de SimFeodal	273
Introduction	275
5.1 Calibrage du modèle et premiers résultats	276
5.1.1 Calibrage du modèle	276
5.1.2 Résultats des simulations	285
5.1.3 Après le calibrage, comment affiner le modèle?	298
5.2 Analyser la sensibilité de SimFeodal	301
5.2.1 Méthodologie - Analyse visuelle de sensibilité.	302

5.2.2	Sélection des paramètres à analyser.	312
5.2.3	Évaluation visuelle de la sensibilité	317
5.2.4	Analyser la sensibilité à l'aléa	328
5.2.5	Quels apports de l'analyse visuelle de sensibilité?	332
	Conclusion	334
6	Retours sur la co-construction et l'exploration d'un modèle en situation d'inter-disciplinarité	336
	Introduction	337
6.1	L'analyse exploratoire de données issues de simulation, une approche aux possibilités multiples	338
6.1.1	L'analyse exploratoire de données, un cadre théorique et méthodologique adapté à l'exploration de toutes données spatiales et spatio-temporelles	338
6.1.2	Construction de connaissance par l'exploration visuelle d'un modèle	342
6.1.3	Comment passer de l'exploration à la validation ? Quelques perspectives	345
6.2	Retours sur la co-construction et l'évaluation collective d'un modèle	351
6.2.1	Co-construction d'un modèle complexe : un retour d'expérience critique	351
6.2.2	Un modèle exploratoire, descriptif, générique, parsimonieux?	351
6.2.3	Construire et utiliser un modèle, deux approches et positions différentes	352
	Conclusion	352
	Conclusion générale	353