

Accompagner la modélisation des systèmes de peuplement par l'exploration interactive de données spatio-temporelles

Robin Cura

1	Modélisation et visualisation comme interfaces disciplinaires
1.1	Co-construction et accompagnement, un état de l'art
1.1.1	Modéliser des dynamiques spatiales en contexte interdisciplinaire
1.1.2	Le cas du <i>companion modelling</i>
1.1.3	L'exploration interactive comme interface disciplinaire
1.2	Un retour sur une expérience de co-construction de modèle
1.2.1	Cadre de l'expérience : groupe de travail et temporalités
1.2.2	Conditions de l'expérience : quelle modélisation ?
1.2.3	Déroulement de l'expérience
1.3	Une méthode de co-construction faite d'allers-retours interdisciplinaires
1.3.1	Un langage et des outils communs : préférer la co-construction à la prestation
1.3.2	Modéliser pour explorer, explorer pour modéliser : comment combiner et accumuler les connaissances acquises
1.3.3	Du particulier au générique : médiation et compromis entre disciplines
1.4	Modéliser en géographe
1.4.1	Observer un territoire passé : l'impossible terrain
1.4.2	Modèle spatiaux et modèles spatialisés
1.4.3	Modéliser en géographe, ne pas modéliser pour les géographes

I Accompagner la modélisation d'une transformation dans le système de peuplement de l'Europe médiévale

2	Formaliser connaissances et hypothèses, vers un modèle de simulation co-construit : SimFeodal
2.1	Introduction
2.1.1	Délimitation temporelle de la transition
2.1.2	Transformations entre 800 et 1100
2.1.3	Aire d'étude
2.2	Premières étapes de modélisation
2.2.1	Identification des entités impliquées dans la transition
2.2.2	Identification des processus à l'œuvre dans la transition
2.2.3	Vers un modèle de simulation multi-agents de la transition : SimFeodal

2.3	Architecture générale	
2.3.1	Les agents du modèle	
2.3.2	Dynamiques modélisées	
2.3.3	L'état initial du modèle	
2.3.4	Ordonnancement général des mécanismes	
2.4	Comportements des agents	
2.4.1	Seigneurs	
2.4.2	Foyers Paysans	
2.4.3	Les églises	
2.5	Quelques résultats de simulation	
3	Évaluer un modèle de simulation complexe en situation d'inter-	
	disciplinarité	
3.1	Comment évaluer un modèle ?	
3.1.1	Visual validation	
3.1.2	Indicateurs	
3.1.3	L'importance de la réplication	
3.2	Évaluer le modèle SimFeodal	
3.2.1	Indices et indicateurs	
3.2.2	Hierarchiser et catégoriser les indicateurs	
3.3	Les indicateurs et dimensions de SimFeodal	
3.3.1	Évaluer la polarisation des foyers paysans	
3.3.2	Évaluer la hiérarchisation du système de peuplement	
3.3.3	Évaluer la fixation et la dissémination du peuplement	
4	Paramétrer un modèle dans un contexte de co-construction in-	
	terdisciplinaire	
4.1	Paramétrer ? Quoi et comment ?	
4.1.1	Différents points de vue sur la définition d'un paramètre	
4.1.2	Les paramètres dans les modèles agents	
4.1.3	Le paramétrage, un processus d'amélioration du modèle.	
4.1.4	Qu'est-ce que le(s) paramétrage(s) ?	
4.2	Paramétrage de SimFeodal	
4.2.1	Avant propos sur le paramétrage d'un modèle complexe	
4.2.2	Les étapes du paramétrage de SimFeodal	
4.2.3	Un bilan des changements majeurs à l'issu du paramétrage	
4.3	Comment traiter les sorties du modèle ?	
4.3.1	Variabilité	
4.3.2	Nombre de sortie	
4.3.3	Masse des sorties	

II L'analyse visuelle exploratoire au service de la compréhension de phénomènes spatiaux

5	Explorer visuellement des données de simulation massives pour	
	analyser le comportement d'un modèle.	
5.1	Comprendre un modèle en l'utilisant	
5.1.1	Explorer un modèle en multipliant les simulations	
5.1.2	Explorer le comportement d'un modèle en multipliant les	
	experimentations	
5.1.3	Explorer en comparant	
5.2	Exploration visuelle guidée d'un modèle : analyse de SimFeodal	

5.2.1	Comprendre les variations des paramètres de SimFeodal
5.2.2	Définir des plans d'expérience pour explorer SimFeodal
5.2.3	Explorer la variabilité de l'aléa d'un modèle fortement stochastique
5.3	Comprendre un modèle par son exploration systématique
5.3.1	Compréhension et validation des modèles théoriques
5.3.2	<i>Curse of dimensionality</i> : comment systématiser l'exploration d'un modèle descriptif complexe
5.3.3	Plan complet vs exploration des possibles
6	Les apports de la visualisation dans l'exploration d'un modèle
6.1	Comment visualiser des données de simulation ?
6.1.1	Intégrer les données continuellement pour favoriser les allers-retours
6.1.2	Visualisation et agrégation
6.1.3	Quelle(s) agrégation(s) d'un espace théorique ?
6.1.4	Visualiser les variations
6.2	De la visualisation à l'exploration interactive
6.2.1	Les apports des <i>visual analytics</i> à la compréhension des données
6.2.2	Rendre plus accessibles des données complexes et massives
6.2.3	Pousser à la sérendipité par l'exploration interactive et intuitive
6.3	Co-évolution du modèle et de ses interfaces d'exploration
6.3.1	Adapter les outils aux demandes des utilisateurs
6.3.2	Adapter les outils aux évolutions du modèle
6.3.3	Comment comparer des modèles dotés d'indicateurs différents ?

III Du cas d'étude à un retour sur les pratiques disciplinaires collectives de modélisation et d'exploration de données

7	Explorer interactivement des données : de la simulation à l'empirique (scénarios)
7.1	Quels cadres théoriques et méthodologiques pour l'exploration de données multi-dimensionnelles sur le temps long ?
7.1.1	EDA, ESDA, IDA, GDA...
7.1.2	Les <i>visual analytics</i>
7.1.3	<i>(geo)Visual Analytics</i> et données temporelles
7.2	Spécificités des données de simulation : des <i>big data</i> comme les autres ?
7.2.1	Des données massives ?
7.2.2	Des données multi-dimensionnelles ?
7.2.3	Des données stables ?
7.3	Vers une validation à l'aide des données de simulation
7.3.1	Confrontation empirique et simulé : l'impossible validation
7.3.2	Le modèle à l'épreuve des scénarios
7.4	Les <i>(geo)Visual Analytics</i> , une démarche reproductible et généralisable
7.4.1	Démarche ou méthode ?
7.4.2	Reproductibilité d'une démarche, reproductibilité d'un outil

- 7.4.3 Appliquer une méthode à d'autres types de données : caractériser la généricité de notre démarche
- 7.4.4 Vers une utilisation généralisée des *(geo)Visual Analytics* en géographie théorique et quantitative

8 Retours sur la co-construction et l'exploration d'un modèle en situation d'inter-disciplinarité

- 8.1 Co-construction d'un modèle complexe : un retour d'expérience critique
 - 8.1.1 Accompagnement à la modélisation et modélisation d'accompagnement
 - 8.1.2 Quelle prise en compte de l'hétérogénéité des pratiques et des besoins ?
 - 8.1.3 Se positionner en modélisateur et en thématicien
- 8.2 Construire et utiliser un modèle, deux approches et positions différentes
 - 8.2.1 Modèle comme finalité, modèle comme apprentissage
 - 8.2.2 Créateur et utilisateur : comment concilier des intérêts antagonistes ?
- 8.3 Retours sur l'exploration du modèle
 - 8.3.1 Aboutissements de l'exploration
 - 8.3.2 Des gains, certes, mais pour qui ?
 - 8.3.3 Validité de la démarche exploratoire interactive dans un contexte inter-disciplinaire