





VISUAL ANALYTICS OF SPATIO-TEMPORAL SIMULATION DATA: EVALUATION OF A MODEL OF SPATIAL REORGANIZATION IN NORTH-WESTERN EUROPE, A.D. 800 TO 1100.

ROBIN CURA, PHD STUDENT

Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne

UMR Géographie-cités



THEMATIC FRAMEWORK



 TRANSMONDYN RESEARCH PROJECT (LENA SANDERS): STUDYING THE TRANSFORMATONS OF THE SETTLEMENTS SYSTEMS, OVER THE LONG TIME

 \rightarrow How do spatial structures evolve through time ?

 \rightarrow Are there regularities in their transformations ?

→ CAN WE PROPOSE SOME COMMON EXPLANATIONS TO CHANGES THAT OCCURED AT DIFFERENT PLACES, AT DIFFERENT TIMES, AND AT DIFFERENT SPACE AND TEMPORAL SCALES ?

Trans (11111111111111

MonDyn (

CASE STUDY

800 1100

 The transition in the settlement system of North-Western Europa between 800 A.D and 1100 A.D



→ A DOUBLE PHENOMENON

CLUSTERING



ENGLAND barth KINGDOM OF GERMANY Blois Cham HOLY ROMAN EMPIRE RIC KINGDOM Duchy OF ITAL Guvenn DOMAIN OF PISA Arag C of SARAGOSSA

«TERRITORIALIZATION »



[1] ANR TRANSMONDYN – WP T8 : C. TANNIER, S. LETURCQ, E. LORANS, X. RODIER & E. ZADORA-RIO



Simulated data



Hypotheses



- THEMATIC HYPOTHESES :
 - THE CLUSTERING OF THE SETTLEMENT SYSTEM IS DUE TO THE JOINT EFFECT OF :
 - THE CENTRAL AUTHORITY DILUTION (GLOBAL);
 - LORDS' RIGHTS CRUMBLING (LOCAL) ;
 - THE APPEARANCE AND ROLE OF PARISHES.
- → How can we test those hypotheses ?



Hypotheses

- THEMATIC HYPOTHESES :
 - THE CLUSTERING OF THE SETTLEMENT SYSTEM IS DUE TO THE JOINT EFFECT OF :
 - THE CENTRAL AUTHORITY DILUTION (GLOBAL);
 - LORDS' RIGHTS CRUMBLING (LOCAL) ;
 - The appearance and role of parishes.
- → How can we test those hypotheses ?



Hypotheses

Model

[2] Fixation & Polarisation – R. CURA - http://github.com/RCura/transition8



What are we modelling ?

How individual seignorial strategies affect the peasant behaviors through the territorial network of castles and churches ? How individual peasant's reactions affect the pattern of the settlement system ?

Self-organization and emergence in a complex system

MODELLING Which modelling process ?



Actors with behaviors = Agents with rules

MODELLING Two types of social agents Peasant Households Lay Lords



« Undergoers » agents
→ Move
→ Reshape the space

Cluster in villages (5-10 P.H.) and small towns (>= 30 P.H.) : → The « Agregates »



≪ Acting » agents
 → Drive the changes

Collect dues, build and give castles

Peasant Households

Goals

Actions

Measures

Ensure their spiritual salvation	 Go to church → Move closer to parish churches 	•	Time-dependant function of the distance toward a church/parish
Fulfill their material needs	 Minimize dues → Move away from high-dues lands Increase productivity → Move closer to agrarian communities and villages/towns 	•	Function of the amount of dues to pay 5atisfaction-redevances du FP 0.5
Avoid being abused	 Get under the protection of a powerful lord → Move closer to a castle owned by a powerful lord 	•	Time-dependant function of the distance toward a castle and its owner

Peasant Households

Overall Satisfaction

	Religious		Material		Protection
•	Time-dependent rules of proximity towards a parish church	• [r ł	⁼ unction of the number of dues to oay	•	Time-dependent function of the military power of their lord protector

Satisfaction [0; 1] = min([S_{religious}, S_{protection}]) - (1 - S_{material}) A peasant household tries to improve his Satisfaction → Through moving away, when unsatisfied Moving_Probability = 1 - Satisfaction





٠

[2] Fixation & Polarisation – R. CURA - http://github.com/RCura/transition8
 [3] GAMA (1.6.1) – GAMA Team - http://gama-platform.org





[2]

[2] Fixation & Polarisation – R. CURA - http://github.com/RCura/transition8
 [3] GAMA (1.6.1) – GAMA Team - http://gama-platform.org



• A MODEL WITH (TOO?) MANY PARAMETERS

Parameters 🕄 🔍 Console		\$ - D
Simulation		-
Enregistrer sorties / Vitrue		
Annee debut simulation 800		
Annee on simulation 1160	- •	
Foyers Paysans	-	
Nombre de Foyers Paysans: 4000	- 0	
Taux renouvellement 0.05	- +	
Taux mobilité des FP 0.8	= 0	
nnée début besoin protection 900	- 0	
Agrégats		
lombre d'agglomérations secondaires antiques: 3	- 4	E
Nombre de villages: 20	- 4	
Nombre de Foyers Paysans par village: 10	- 4	
Puissance Communautés Agraires 0.5	5 - 4	E .
Seigneurs - Init		
lombre grands seigneurs 2		
Nombre petits seigneurs 18		
Grands Seinneurs	111-005	
Bulkrance Grand Salanaur 1 5	-	
Pulsance Grand Seigneur 1 3		
russance orand Seigneur 2 -5		
robabilite créer château GS 1.0		
Probabilite don château GS 0.33		
Seigneurs		- P
natesain peut créer château 🖂 faise		
charceality		
roba, gain droits haute justice sur château 0.1	- •	
Proba. gain droits banaux sur château 0.1	- 0	
Proba. gain droits BM Justice sur château 0.1	- 4	
Probabilité créer château PS 1.0	- +	
Probabilité don château PS 0.15	- +	
Petits Seigneurs		
Proba. don d	roits sur ZP 0.33	- ÷
%FP payant un loyer (Petit Seigneur initial) -	Borne Min 0.05	$-\phi$
%FP payant un loyer (Petit Seigneur initial) -	Borne Max 0.25	$= \psi$
Rayon min Zone Prélevement - Petits Sei	gneurs Init 1000	- ¢
Rayon max Zone Prélevement - Petits Sei	igneurs Init 5000	¢
Nombre visé de seigneurs en fin de	simulation 200	
roba d'obtenir un loyer pour la t <mark>e</mark> rre (Petit Seigneu	r nouveau) 0.1	
%FP payant un loyer (Petit Seigneur nouveau) -	Borne Min 0.0	- 4
%FP payant un loyer (Petit Seigneur nouveau) -	Borne Max 0.15	- 4
Rayon min Zone Prélevement - Petits Seigneu	rs nouveau 300	
Rayon max Zone Prélevement - Petits Seigneu	rs nouveau 2000	- 0
Petis Seigneurs		
Proba gain nouseaux droits hanaux 0.05		1
roba gain nouveaux droity BM justice 0.05		
The gas moveaux grons on justice 0.05		
tghes	The second	
Nombre d'églises: 150	- +	
Dont églises paroissiales: 50	- ¢	
obabilité gain des droits paroissiaux 0.05	- +	
Nombre max de paroissiens 60	$$ ϕ	
Nombre min de paroissiens 10	- +	
Model 18_model Parameters for experiment 'Exp_Gra	iphique'	
andom number generator mersenne - omong	(cellular, xor, java, i	mersennej
Random seed 2 Define: 0.0	- 4	L
	1100077035	

- Some of them basically being implementation details

- Some of them linked with each-others



Simulated data



• A MODEL WITH (TOO?) MANY PARAMETERS

Pataregtery Consule		
Enrogistres sorties? 🛃 true		
Année diffect similation (800)		
Année fin simulation 1160		
Nombre de Foyers Paysana: 4000		
Taux renouvellement 0.05		
Taux coubilité des FP 0.0		
Asinée début besein protection 900		
Nombre d'agglomérations secondaires antiques: 3 = 4		
Nombre de villages: 20		
Noothre de Foyers Paysans par village: 10 - 4		
Pulstance Communautés Agraites 0.5		
Nombre grands seigneurs 2		
Nombre petits seignmurs 18		
Name Constitution 1		
Pantanice unanii Seginear 1 0 - 0		
Putternet Ottand Seigneur 2 5		
Probabilité créter rhâteau GS 10		
Probannite von château GS (L3)		
unarenan peut creer chateau		
Proces gain droits haute justice sur château 0.1 — 🍝		
Proba, gain droits banaun sur châtnau 0.1 — 🗢		
Proha, gain droits BM hastice sur château 01		
Probabilité créer châtzau PS 1.0 — \Rightarrow		
Probabilité don châtzau PS 0.15 — 🔶		
Proba. don droits sur ZP 0.33		
%FP payant un loyer (Petit Seigneur Initial) - Borne Min 0.05		
%FP payant un loyer (Petit Seigneur initial) - Borne Max - 0.25		
Rayon min Zone Prélevement - Petits Seigneurs Init 1000		
Rayon max Zone Prélevement - Petits Seigneurs Init 5000	10.00	
Nombre visé de seigneurs en fin de simulation 230		
Prolia d'obtenir un loyer pour la terre (Petit Seigneur nouveau) 03		
SLIP payant un loyer (Petit Seigneur oouveau) - Borne Min. 0.0	- +	
WFP payant un loyer (Petit Seigneur nouveaul - Borne Max 0.15		
Rayon min Zone Prélevament - Petits Seigneurs nouveau 300		
Rayon max Zone Prélevement - Petits Seigneurs pouveau 2000		
Proba gain nouveaux desits banaux 0.05 as d		
Proba gain nouveaux droits BM justice (5.05 - 0		
(China)		
An and a second state of the second state of t		
Dant definition and definition and		
Dom Sittes paroneses on an an		
Probabilite gain des droits paroinslaux 0.00 = 0		
Nombre max de paroissiens 60		
Hombre min de paroissiens 10 — 🗢		
Random number generator mersenne + among (cellular, any javo, me	mennez	
Random send of Define 0.0 - 4		

Some of them basically being implementation details

Some of them linked with each-others

→ WE NEED TO HIDE THE COMPLEXITY ... TOWARDS A SIMPLIFICATION OF THE PARAMETERS







• A MODEL WITH (TOO?) MANY PARAMETERS

Patamaters Consele		
Enregistrer sorties ? 🖃 true		
Annee diduct simulation 200		. –
Année fin simulation 1150		
Nombre de Foyers Paysana: 4000 — 🌩		
Taux renouvellement 0.05		
Taux conbilité des FP 0.8		. –
Année début besnin protection 900 - 0		
Nombre d'agglomérations secondaires antiques: 3 = 0		
Nombre de villages: 20 — 👳		
Noosbre de Foyers Paysans par village: 10 🛛 = 👳		
Pulisance Communautés Agraites 0.3 — 🌩		
Nombre grands seigneurs 2 - 0		
Nombre petits seigneurs 18		
Puissance Grand Seigneur 1 5 = 9		
Pulmance Grand Seigneur 2 5 - +		
Probabilité creier château GS 1.0		
Probabilité don château GS 0.33 - 👳		
Châtelain peut créer château 🔄 faise		Ι.
Proba. gain droits haute jestice sur château 0.1 — 👳		V
Proba, gain droits hanaux sur châtnau - 0,1		
Proba, gale droits BM histice sur château 01		
Probabilité créer château PS 1.0 - 🔶		
Probabilité dos château PS 0.15 — 👳		
Proba. don droits sur ZP 0.33		
WFP payant un loyer (Petit Seigneur Initial) - Borne Min 0.03		
%FP payant un loyer (Petit Seigneur initial) - Borne Max 0.25		
Rayon min Zone Prélevement - Petits Seigneurs Init 1000		
Revon mas Zone Prélevement - Petits Seigneurs Init (200)		ΓΛ
Nombre visé de seigneurs en fin de simulation 20		4
Proba d'obtenir un fover pour la terre (Petit Scipneur nouveaul 03		1
SUP sevent un lover (Petit Seisneur nouvrau) - Borne Min. 0.0		
WFP payant un loters (Pertit Seizneus popurau) - Borne Max 015		
Ravon min Zone Prélevement - Petits Seisneura pouveau 300		
Reyon max Zone Prélevement - Petits Seigneurs pouveau (200)		
Party and a second state branch and		
Proba dain neuronaire droits BM instice 105		
a turner		
Nombre d'églores 190		
Dont eglises parovskalen: 50 - 0		
Protabulte gain des dreits parenslaux 0.03 = 0		
Hombre max de paroladena 60		
Homore min de paroiatiena 10		
Raodom number generator mensence + among stellular, up javo, or	ernenne?	
Random seed 2.0efrag 0.0 = 4		

Some of them basically being implementation details

- Some of them linked with each-others
- \rightarrow We need to hide the complexity ... TOWARDS A SIMPLIFICATION OF THE PARAMETERS innulotios

Ve need a user-friendly tool to let final users run themselves the experiments!

😪 START MOVIN'



Model

** NEW BOARD [4] Parable of the polygons-V. HART & N. CASE - http://ncase.me/polygons/



• A FUNDAMENTALY STOCHASTIC SIMULATION MODEL \rightarrow A VIRTUAL LABORATORY, ENABLING EXPERIMENTS AND REPLICATIONS \rightarrow A large amount of data to BE ORGANIZED, TO ALLOW THE PARAMETERIZATION AND CALIBRATION

How to analyze such data ?





Simulated data



EXPLORATION







[5] - OECD Regional eXplorer - M. JERN - http://stats.oecd.org/OECDregionalstatistics/
 [6] - Activity tracker - W. CHANG - https://winston.shinyapps.io/activity-dashboard/

EXPLORATION

• A PLATFORM FOR VISUAL ANALYSIS OF DATA



MULTIPLYING
 THE POINTS OF
 VIEW ON
 COMPLEX DATA
 TO EASE-UP
 THEIR
 INTERPRETATION

→ DESIGNED FOR ANALYZING SPACE-TIME SIMULATION DATA



Hypotheses



THANKS FOR LISTENING

ANY QUESTION ?

ROBIN CURA Université Paris 1 – Panthéon-Sorbonne UMR Géographie-cités robin.cura@parisgeo.cnrs.fr



