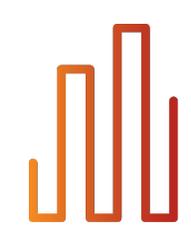


Apport de l'analyse d'un espace transfrontalier à travers la modélisation et la simulation du développement urbain.

Le cas Strasbourg – Kehl.

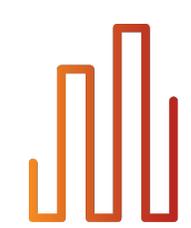
JUDGE V., ANTONI J.P., KLEIN O.

valentine.judge@univ-fcomte.fr



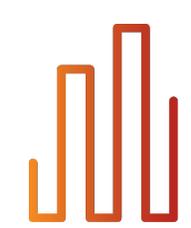
Sommaire

- Introduction
- Méthodologie
- Résultats
- Conclusion et perspectives



Sommaire

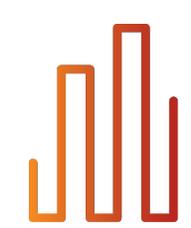
- Introduction
- Méthodologie
- Résultats
- Conclusion et perspectives



Processus d'urbanisation

Pourquoi étudier le développement urbain ?

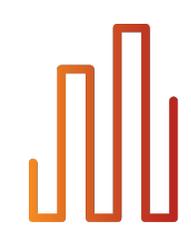
→ Enjeux liés au changement d'occupation du sol



Processus d'urbanisation

Pourquoi étudier le développement urbain ?

- Enjeux liés au changement d'occupation du sol
 - Etude du changement climatique
 - Etude des écosystèmes
 - Etude des risques



Processus d'urbanisation

Pourquoi étudier le développement urbain ?

→ Enjeux liés au changement d'occupation du sol

→ Etude du changement climatique

→ Etude des écosystèmes

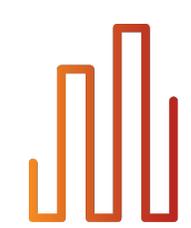
→ Etude des risques

Revue dédiée : *Land Use Sciences* (2006)

Programmes internationaux de recherche

- Land Use and Land Cover Changes (LUCC - IGBP)

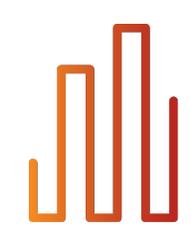
- Global Land Project (GLP)



Processus d'urbanisation

Pourquoi étudier le développement urbain ?

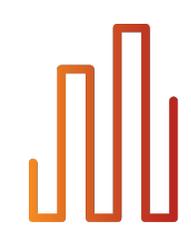
- Enjeux liés au changement d'occupation du sol
- Enjeux liés à l'urbanisation



Processus d'urbanisation

Pourquoi étudier le développement urbain ?

- Enjeux liés au changement d'occupation du sol
- Enjeux liés à l'urbanisation
 - Socio-économiques
 - Mobilité (résidentielle, quotidienne, etc.)
 - Politique



Processus d'urbanisation

Pourquoi étudier le développement urbain ?

- Enjeux liés au changement d'occupation du sol
- Enjeux liés à l'urbanisation

Objectifs ?

- Etat des lieux, acquisitions de connaissances, prospective, etc.

Comment étudier le développement urbain ?

- Analyses de données (photographies aériennes, télédétection, etc.)
- Modélisation/Simulation

Intérêt général

- Zones touchées par les changements d'occupation du sol
- Modélisation du développement urbain complexifiée (données, etc.)

Intérêt particulier

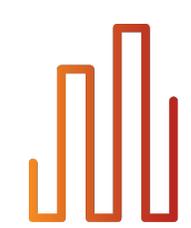
- L'évolution en Europe du rôle de la frontière (UE, Schengen, Maastricht, etc.)
 - Augmentation de la porosité

Question :

Les règles de développement urbain sont-elles dépendantes de la localisation du processus dans l'un ou l'autre des pays d'une zone frontalière ?

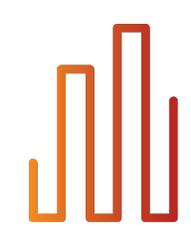
Hypothèse :

Malgré l'homogénéité de certain territoire frontalier, le processus de développement urbain reste spécifique au pays qui le localise, indiquant l'influence du territoire.



Sommaire

- Introduction
- **Méthodologie**
- Résultats
- Conclusion et perspectives



Objectif général

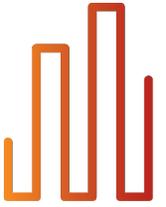
"In the context of urban systems, we often have no idea what the "right" rules are" (P. Torrens, 2011)

Objectif:

- Définition et calibrage automatique des règles } **Arbre de décision ?**
- Méthodologie transposable

"Bonnes Règles":

- Interprétation thématique possible
- Reproduction du processus observé



Zone d'étude : Strasbourg - Kehl

Frontière Franco-Allemande :

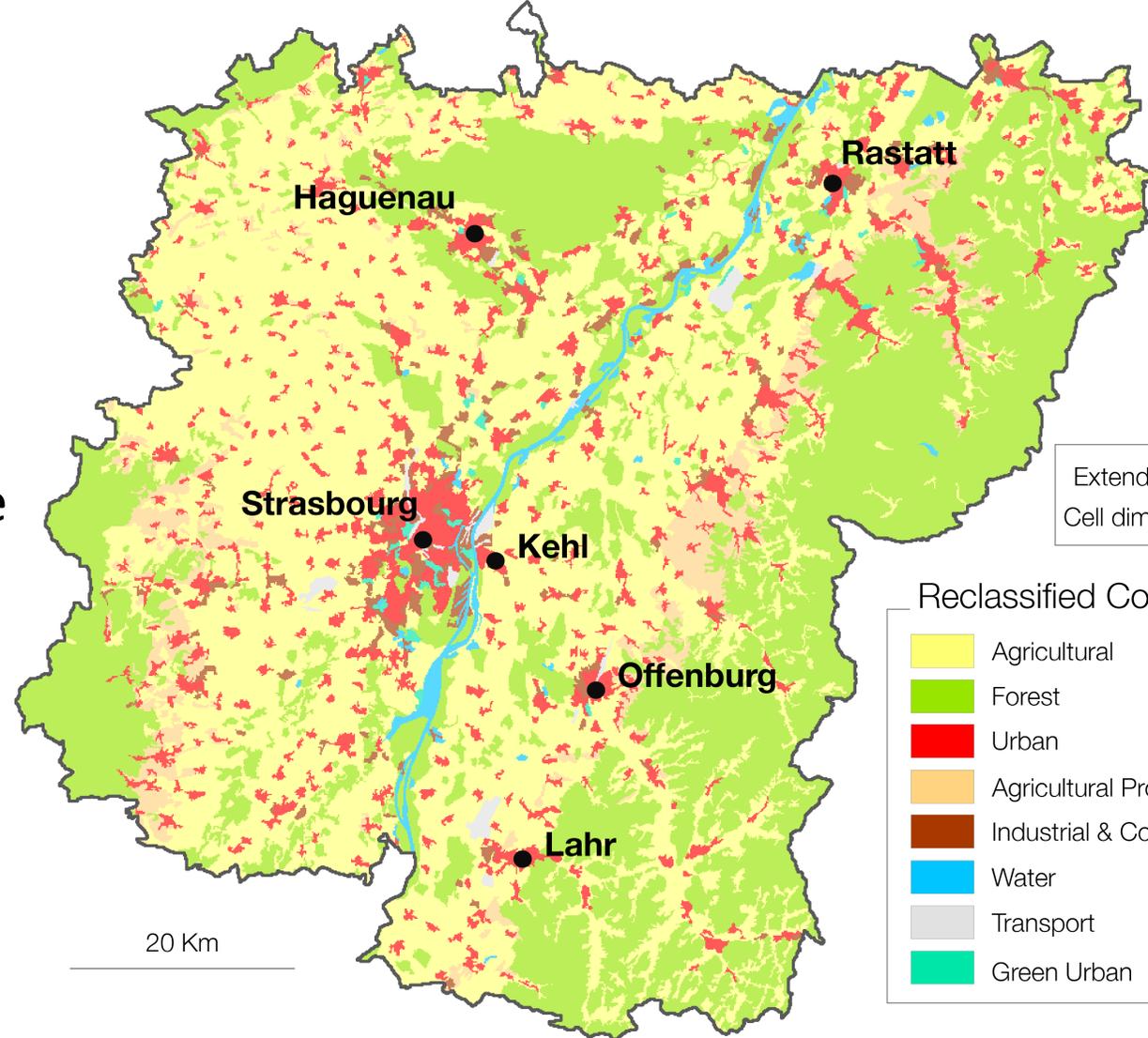
- Relative homogénéité
- Différence culturelle

Données Corine Land Cover :

- Disponibles pour l'Europe
- Diachroniques

Re-classification:

- De 44 à 8



Extend of the area: 843 920 cells.
Cell dimension: 1 ha (100 x 100 m).

Reclassified Corine Land Cover		
	Agricultural	45.51 %
	Forest	37.98 %
	Urban	7.91 %
	Agricultural Protected	4.58 %
	Industrial & Commercial	1.91 %
	Water	1.29 %
	Transport	0.49 %
	Green Urban	0.33 %

Automate Cellulaire & Arbre de Décision

Automate Cellulaire :

- Discrétisation de l'espace en cellules
- Cellules caractérisées par un état
- Règles de transition basées sur un effet de voisinage

→ $S_i \rightarrow S_f = f(S_i ; S_n)$



Questions:

- Quels états ?
- Quelles distances ?
- Combien de cellules ?



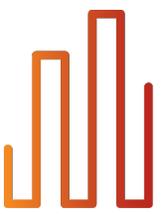
Arbre de décision :

Définition du voisinage autour des cellules effectuant une transition urbaine sous forme de règles.

Un outil spécifique :

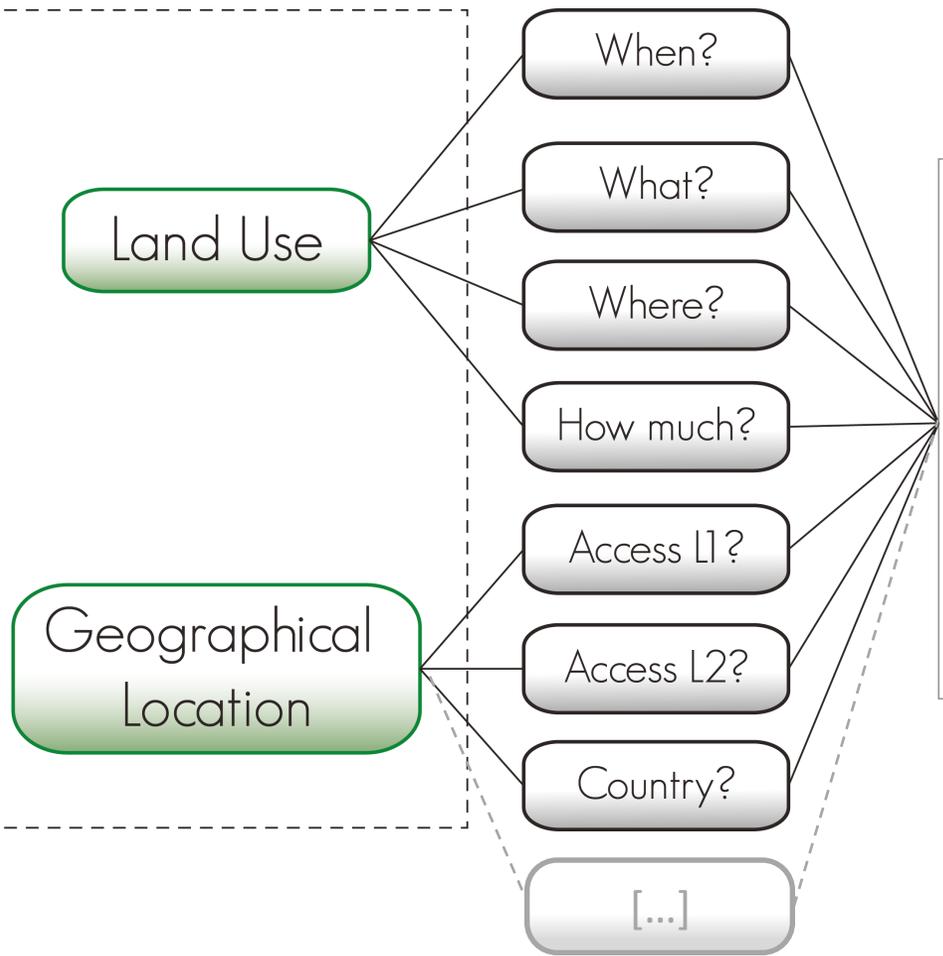
LucSim développé par G. Vuidel & J.P. Antoni
mise à jour : A. Picard & V. Garet.





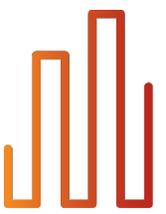
Données :

Neighborhood extraction ← **lursim**
LAND USE CELLULAR AUTOMATA SIMULATION



ID	CLC 90	CLC 06	Urban1px	Agri1px	{...}	Urban10px
0	4	4	0	5	{...}	24
1	4	4	0	8	{...}	12
2	4	8	3	4	{...}	31
3	4	4	0	3	{...}	20
4	5	5	2	4	{...}	13
5	9	9	0	0	{...}	28
6	4	4	0	5	{...}	8
{...}	{...}	{...}	{...}	{...}	{...}	{...}

IDP	Access1	Access2
0	12	23
1	34	76
0	23	34
0	98	28
0	40	12
1	23	95
1	65	45
{...}	{...}	{...}



Règles

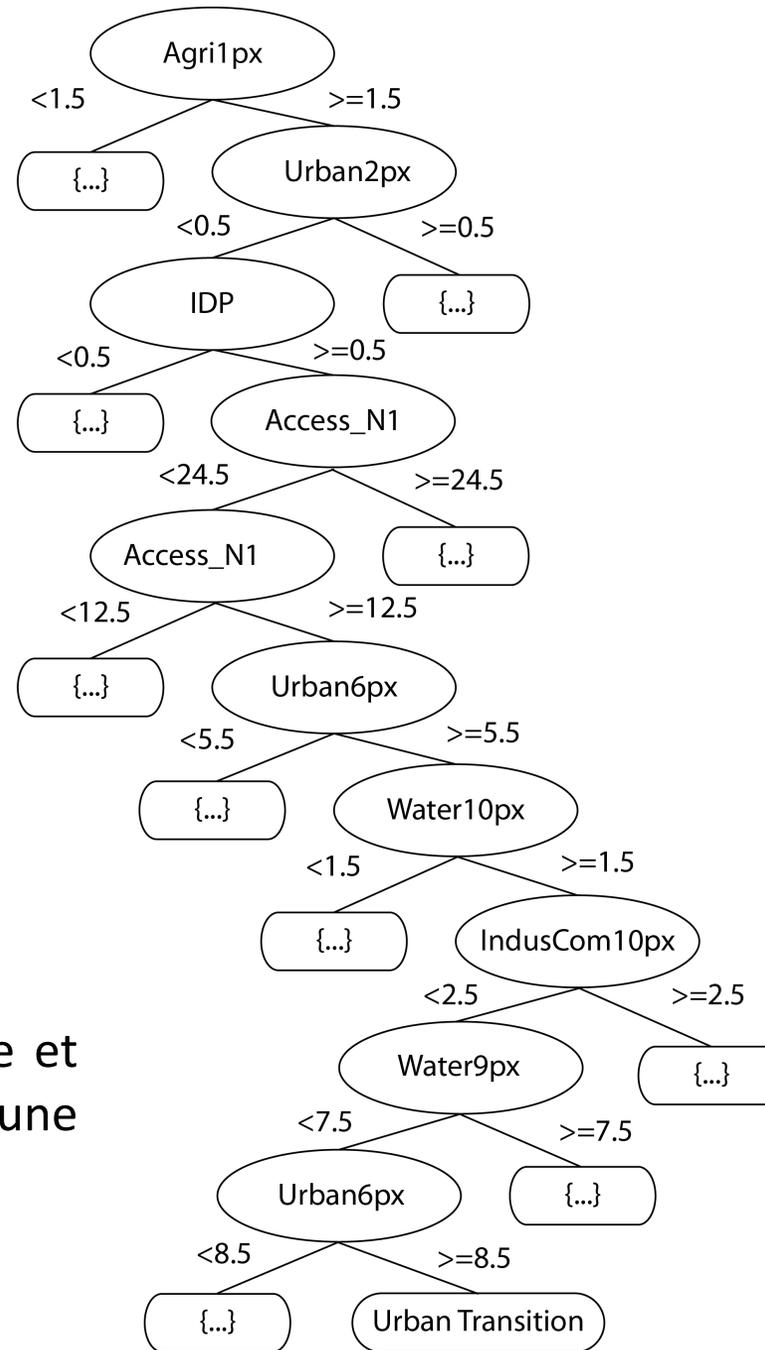
Exemple Règle 74

IF (Agri1px \geq 1.5 and
 Urban2px $<$ 0.5 and
 IDP \geq 0.5 and
 Access_N1 $<$ 24.5 and
 Access_N1 \geq 12.5 and
 Urban6px \geq 5.5 and
 Water10px \geq 1.5 and
 IndusCom10px $<$ 2.5 and
 Water9px $<$ 7.5 and
 Urban6px \geq 8.5)
 THEN Urban transition = Yes

Objectif de l'algorithme :



Quelles variables décrivent le mieux le voisinage et les caractéristiques d'une cellule effectuant une transition urbaine ?





Validation du modèle

Validation

- Prédiction transition (pixel à pixel)
- Coefficient de corrélation de Matthews
- Le moins de règles

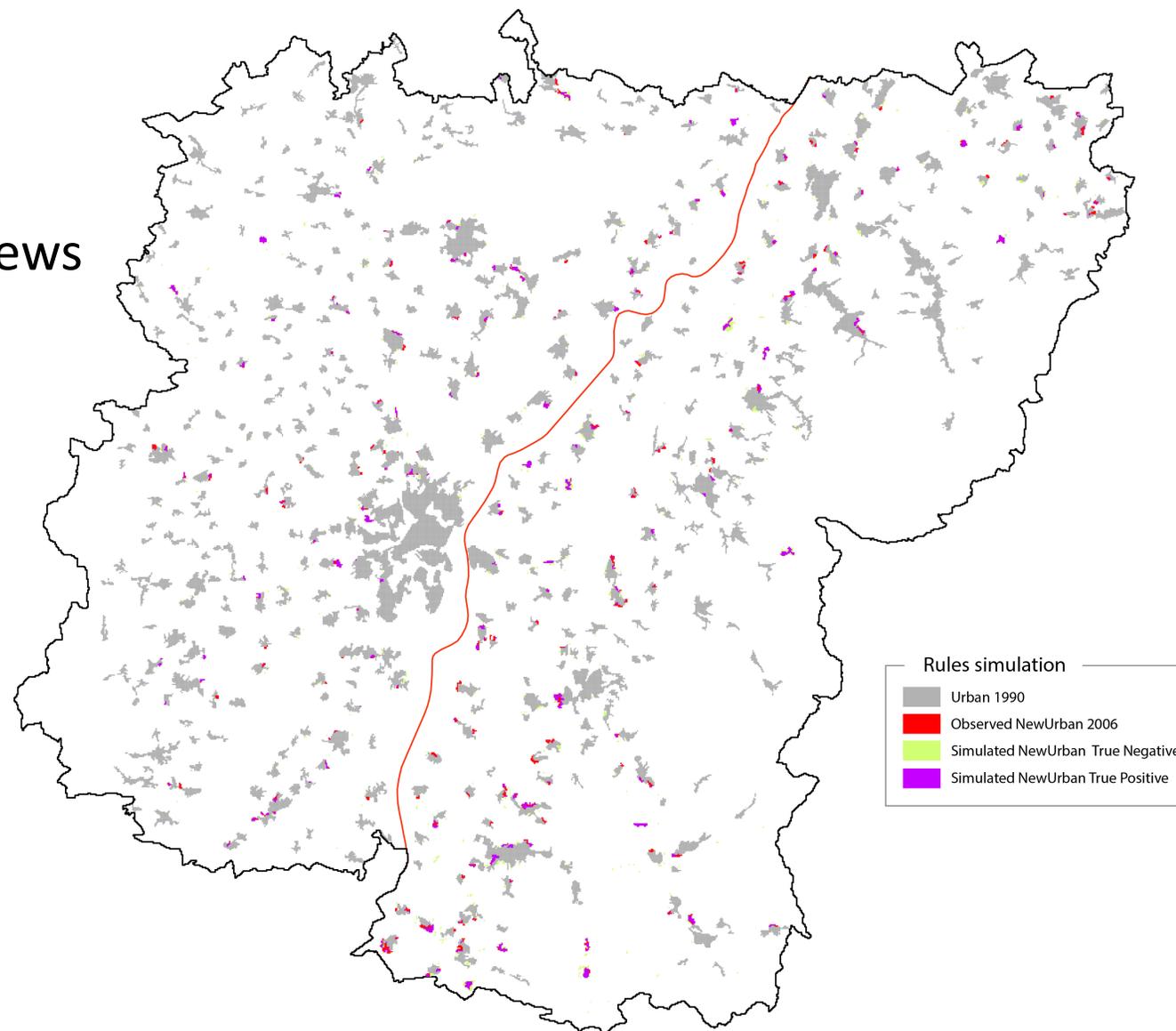
Transitions Urbaines	
Observées 90-06	2530
Simulated	2530

Précision globale du modèle	99,77%
-----------------------------	--------

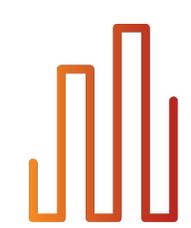
Matrice de Confusion		
	Simulées	
Observées	0	1
0	840358	1031
1	1031	1499

→ 60,5 % transitions urbaines localisées

→ 99,8 % efficacité globale

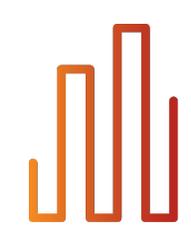


Rules simulation	
	Urban 1990
	Observed NewUrban 2006
	Simulated NewUrban True Negative
	Simulated NewUrban True Positive



Sommaire

- Introduction
- Méthodologie
- **Résultats**
- Conclusion et perspectives



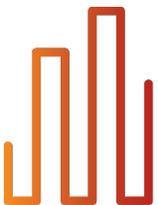
Performance du modèle

Performance général de l'apprentissage (coefficient de Matthews) :

- Training : 96 - 98 %
- Testing : 58 - 62 %

Test de sensibilité du paramétrage de l'apprentissage :

- Apport des variables de localisation géographique → 2%
- Nette diminution du nombre de variables utilisées
- Diminution du nombre total de règles



Résultats

Analyse de l'influence des variables sur le jeu de règles

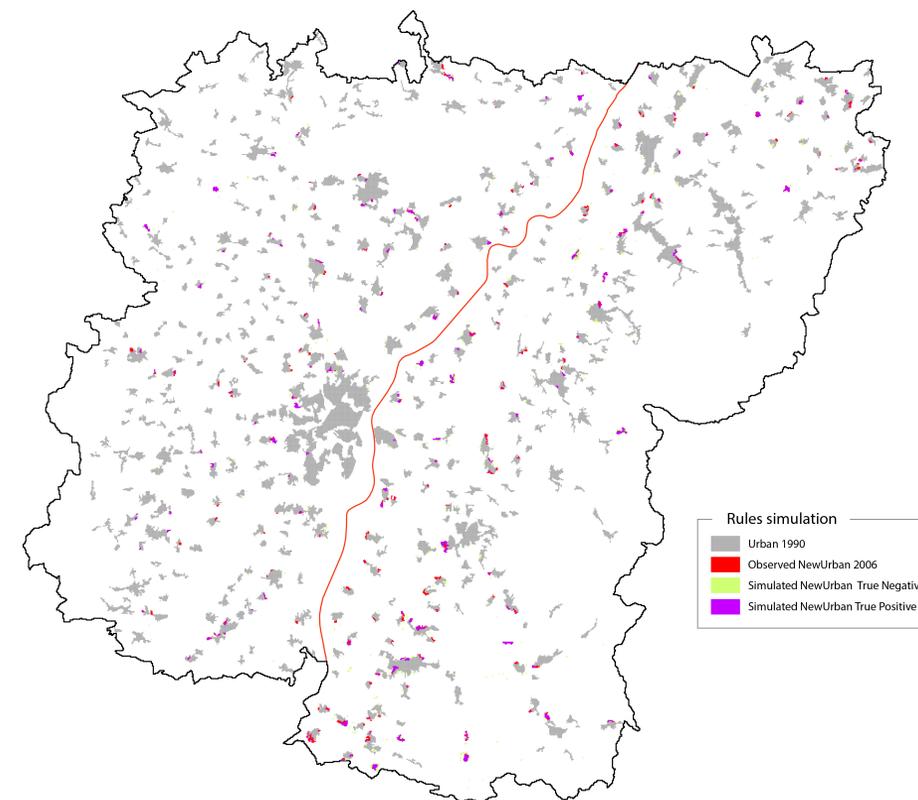
(Meilleur jeu de règle d'après les critères de validation du modèle)

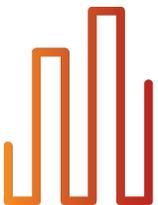
Performance

	MCC	Ratio - TP	règles
Training	0,98	0,97	394
Testing	0,62	0,6	

Jeu de règles entier :

Transitions	Nombre de règles
Agricole -> Urbain	261
→ Tous type-> Urbain	96
Agricole Protégé -> Urbain	23
Industriel et Commerciale -> Urbain	7
Forêt -> Urbain	5
Zone Vertes Urbaine -> Urbain	2





Résultats

Analyse de l'influence des variables sur le jeu de règles

(Meilleur jeu de règle d'après les critères de validation du modèle)

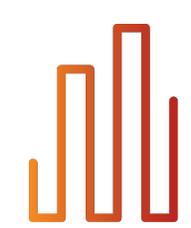
Performance

	MCC	Ratio - TP	règles
Training	0,98	0,97	394
Testing	0,62	0,6	

Jeu de règles entier :

Variables d'occupation du sol	%
→ Urbain	26
Agricole	18
Forêt	16
Agricole Protégé	13
Zones Vertes Urbaine	8
Industriel et Commercial	8
Zone en Eau	7
Transport	4

Variables de localisation	%
Accessibilité Niveau 1 P	31
Accessibilité Niveau 2	26
→ Index de Pays	21
Accessibilité Niveau 2 P	10
Accessibilité Niveau 1	8
Nord Sud	4



Résultats

Analyse de l'influence des variables sur le jeu de règles

(Meilleur jeu de règle d'après les critères de validation du modèle)

Performance

	MCC	Ratio - TP	règles
Training	0,98	0,97	394
Testing	0,62	0,6	

Jeu de règles entier :

Localisation des règles	Nombre de règles
Accessibilité seule	214
Index de pays	166
<i>France</i>	75
France Nord	3
France Sud	4
<i>Allemagne</i>	78
Allemagne Nord	1
Allemagne Sud	5
Nord-Sud	14
Nord	5
Sud	9
Total	394

➔ Plus de 50% des règles sont transfrontalières

➔ 166 règles sont nationales

Analyse de l'influence des variables sur le jeu de règles

(Meilleur jeu de règle d'après les critères de validation du modèle)

Comparaison France – Allemagne et zone totale :

France

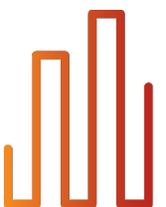
Occupation du sol	
Urbain	24
Agricole	19
Forêt	16
Agricole Protégé	11
Zones Vertes Urbaines	8
Industries et Commerces	7
Zone en Eau	6
Transport	3
Total général	100

Allemagne

Occupation du sol	
Urbain	22
Agricole	21
Forêt	17
Industries et Commerces	9
Zone en Eau	7
Agricole Protégé	7
Zones Vertes Urbaines	7
Transport	6
Total général	100

Zone Totale

Occupation du sol	
Urbain	25
Agricole	16
Forêt	14
Agricole Protégé	12
Zones Vertes Urbaines	8
Zone en Eau	7
Industries et Commerces	7
Transport	2
Total général	100

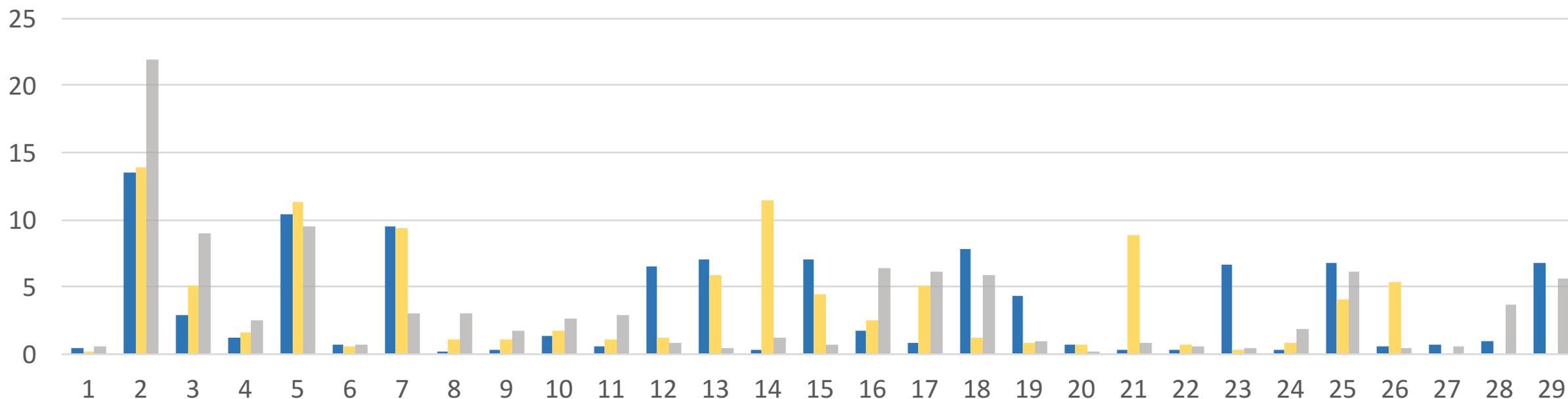


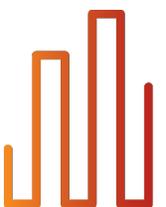
Analyse de l'influence des variables sur le jeu de règles

(Meilleur jeu de règle d'après les critères de validation du modèle)

Comparaison France – Allemagne et zone totale :

Influence de L'urbain en fonction du rayon

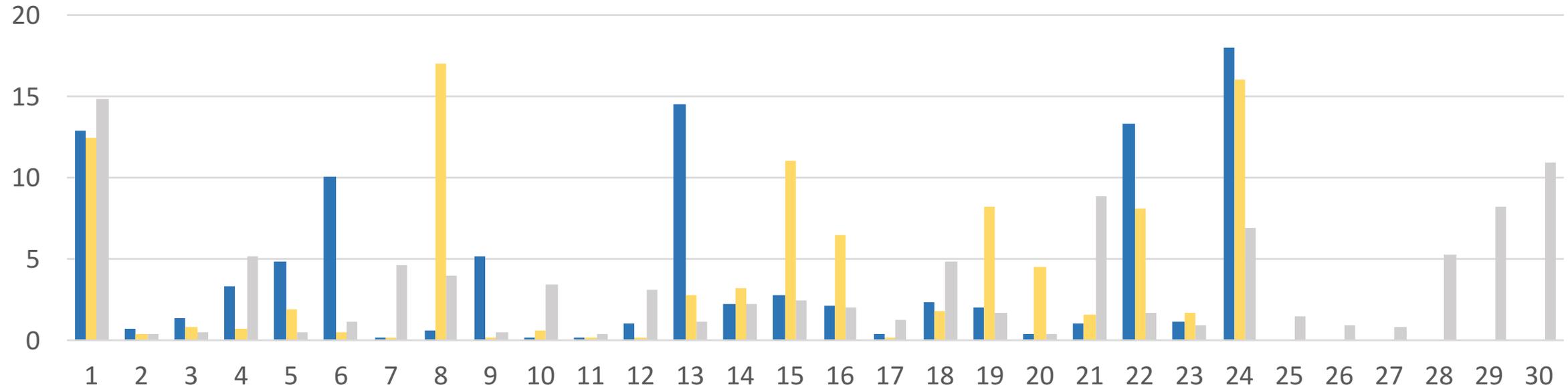


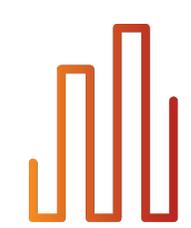


Analyse de l'influence des variables sur le jeu de règles (Meilleur jeu de règle d'après les critères de validation du modèle)

Comparaison France – Allemagne et zone totale :

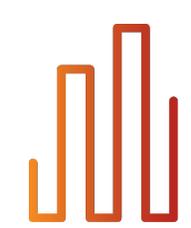
Influence de l'agricole en fonction du rayon





Sommaire

- Introduction
- Méthodologie
- Résultats
- **Conclusion et perspective**



Conclusion

- Définition et calibrage automatique de règles de transition ✓
 - Efficacité du couplage Automate Cellulaire - Arbres de Décision

Question spécifique :

Les règles de développement urbain sont-elles dépendantes de la localisation du processus dans l'un ou l'autre des pays d'une zone frontalière ?

- Hypothèse → confirmée en partie seulement.
- Règles nationales et transfrontalières

- Se pencher sur l'analyse de l'accessibilité
- Exploiter le caractère transposable du modèle
 - Test et comparaison des jeux de règles sur d'autres frontières
- Analyser les résultats de simulation

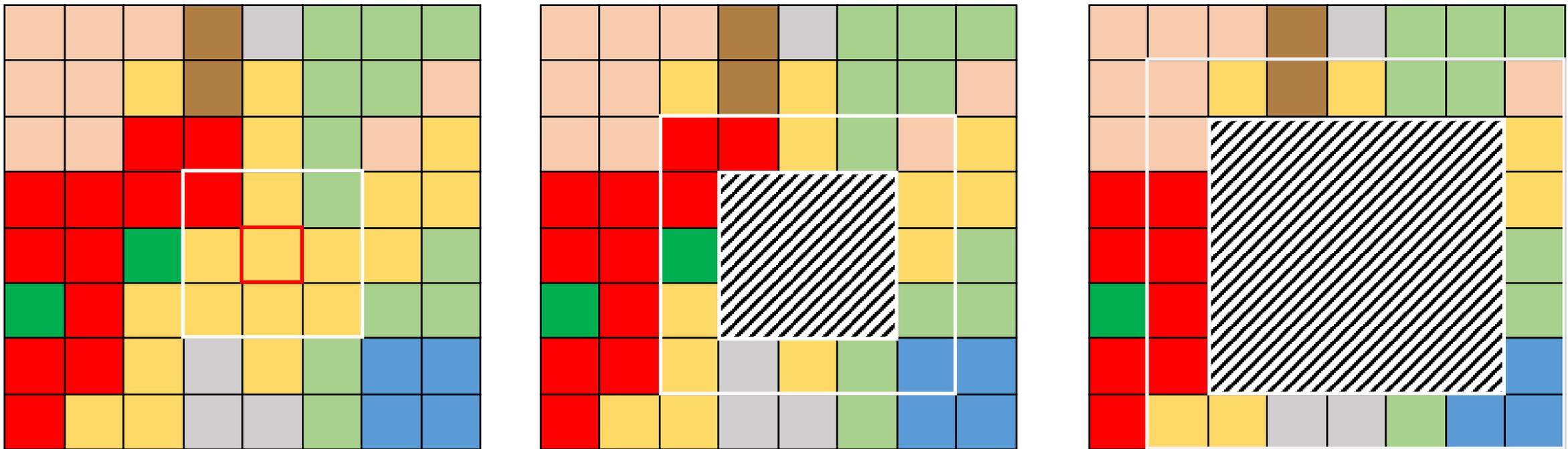
- Se pencher sur l'analyse de l'accessibilité
- Exploiter le caractère transposable du modèle
 - Test et comparaison des jeux de règles sur d'autres frontières
- Analyser les résultats de simulation

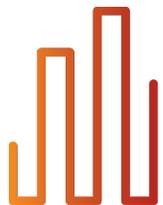
Merci pour votre attention

Dataset: Neighborhood extraction

Cells attributes: Combination of Corine Land Cover 1990-2006.

- Neighborhood: number of cells of a land use type at a specific distance.
- Geographical location features: accessibility, country.





DT: Basic principle

Definition:

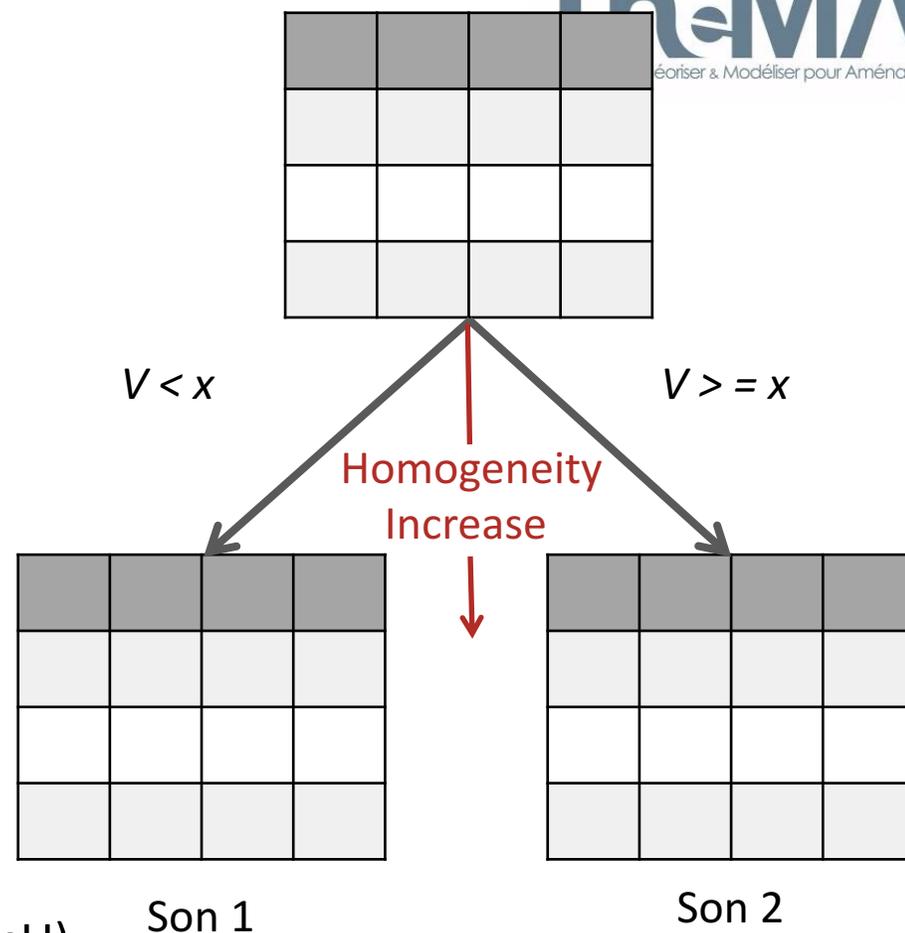
Sequential partition of the dataset using a top-down approach.

The aim is to target the variable and its threshold, that best split the different cluster of data left at each step, in order to answer the question.

What do we need to run a DT?

- A question to answer: materialized by the Target variable (TransU)
- A dataset: individuals/cells described with variables

Initial dataset (*Entropy max*)



Son *Entropy* < *Entropy max*

V: splitting variable

X: Threshold



DT: Basic principle

Example:

Arbre comme règles :

```

Rule number: 989 [TransU=1 cover=323 (0%) prob=1.00]
  Agrilpx >= 0.5
  Urban3px >= 1.5
  Agrilpx >= 2.5
  Urban2px < 2.5
  Urban8px >= 7.5
  AgriP4px < 4.5
  Agril0px < 73.5
  Urban6px >= 18.5
  Urban5px >= 35.5

```

Initial dataset (*Entropy max*)

TransU	Agri1px	Urban1px	(...)
0	0	2	(...)
1	4	2	(...)
1	3	1	(...)

Agri1px < 0.5

Homogeneity
Increase

Agri1px >= 0.5

TransU	Agri1px	Urban1px	(...)
0	0	2	(...)

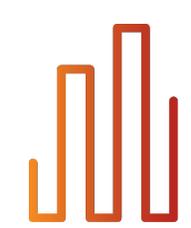
Son 1

TransU	Agri1px	Urban1px	(...)
1	4	2	(...)
1	3	1	(...)

Son 2

Question to answer:

➔ What variable best describes the neighborhood of a cell that made a transition toward Urban?



Model performance

Confusion matrix

Confusion matrix		
	predicted	
actual	0	1
0	TN	FP
1	FN	TP

TN: True negative (no transition in observed data neither in simulated one -> well predicted)

TP: True positive (transition in observed data and in simulated one -> well predicted)

FN: False negative (transition in observed data and no transition in simulated one -> not well predicted)

FP: False positive (no transition in observed data and transition in simulated one -> not well predicted)

$$\text{Error} = FP + FN$$

$$\text{Efficiency} = TN + TP$$

$$\text{Ratio error TransU=1} = FP/TP$$