

MÉTHODES ET OUTILS DE DIAGNOSTIC

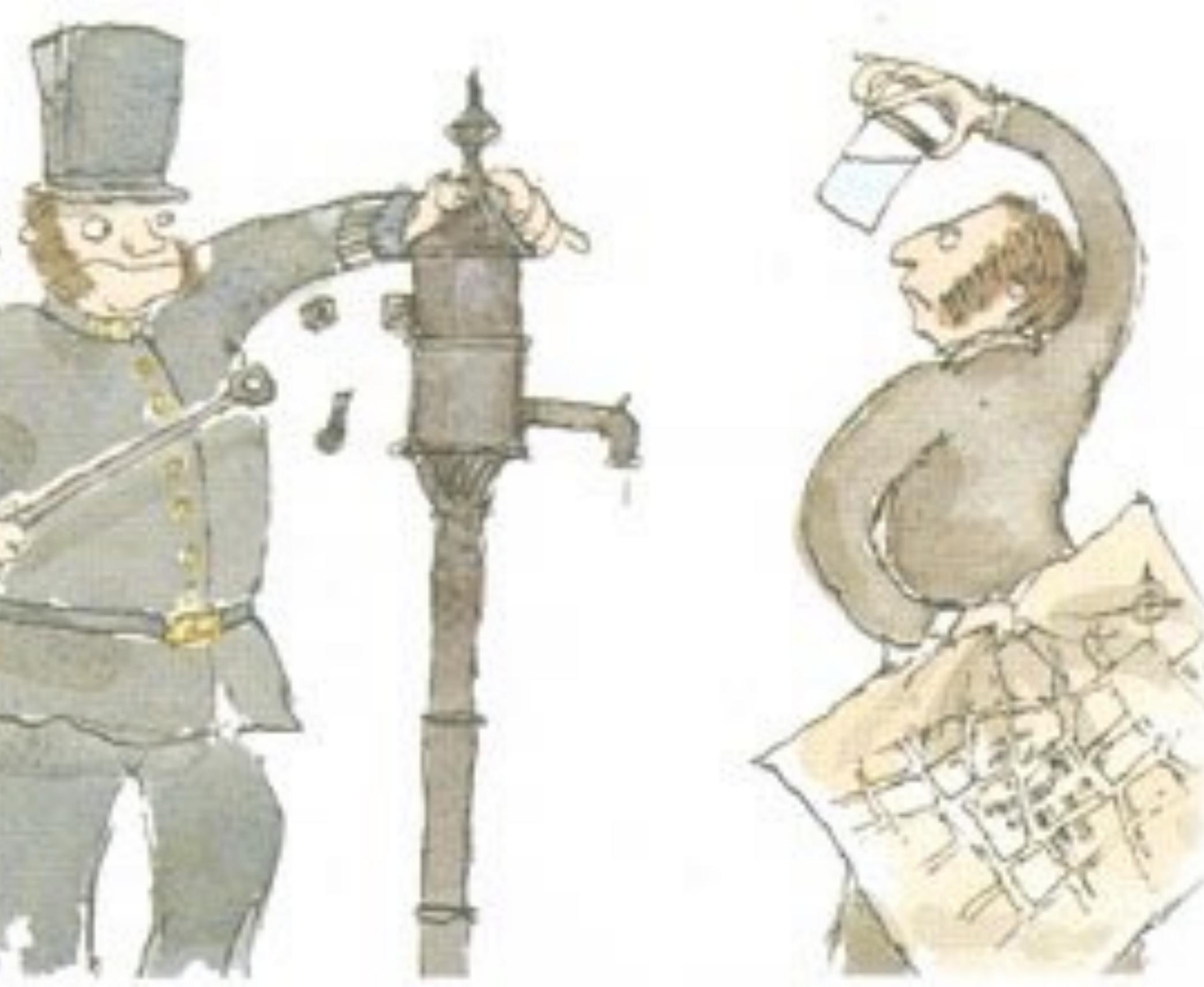
INFORMATION SPATIALE





PLAN DU COURS

- Introduction
- Codage des données
- Géoréférencement
- Analyse spatiale
- Intérêt des SIG

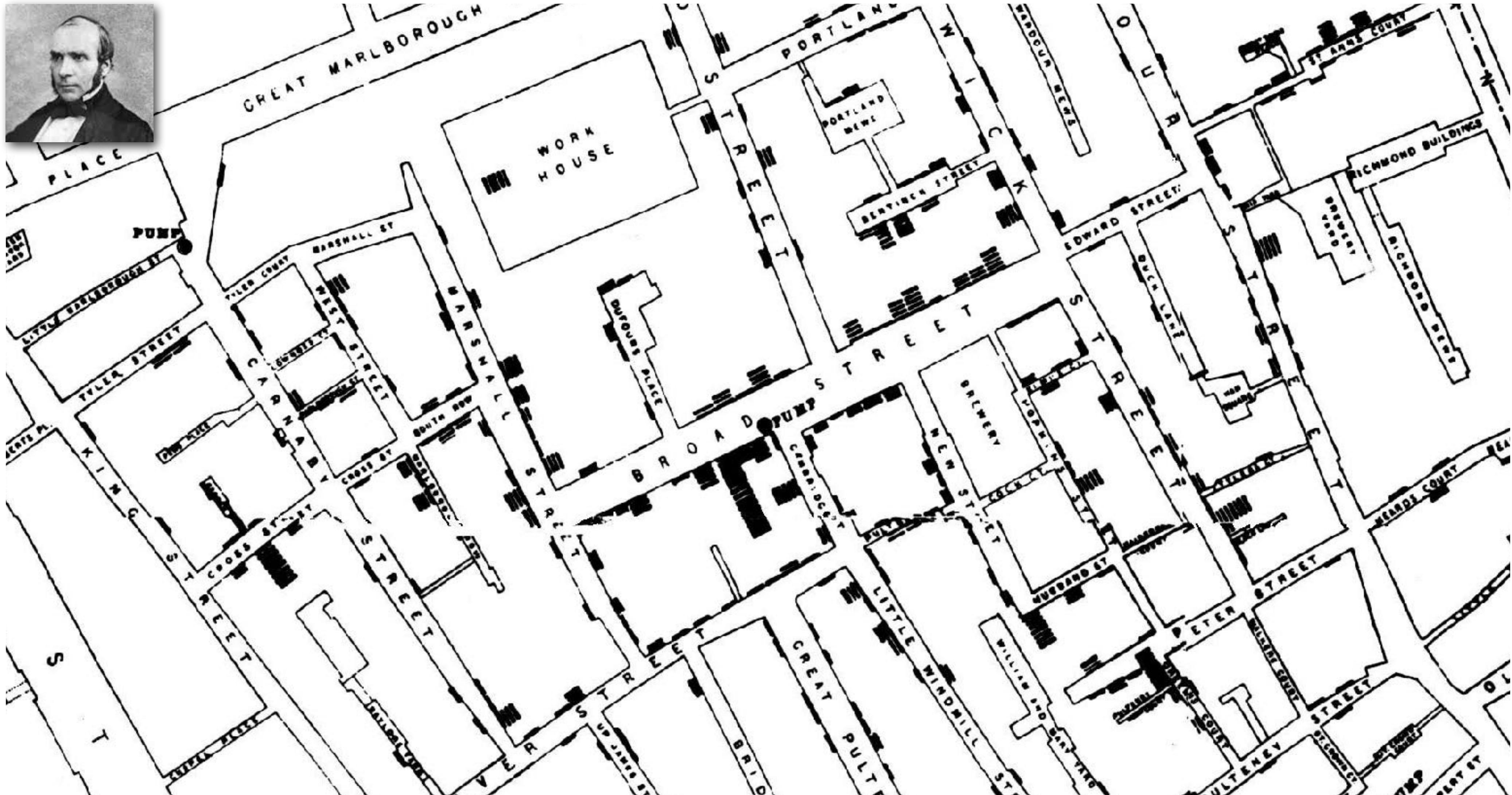


INFORMATION SPATIALE

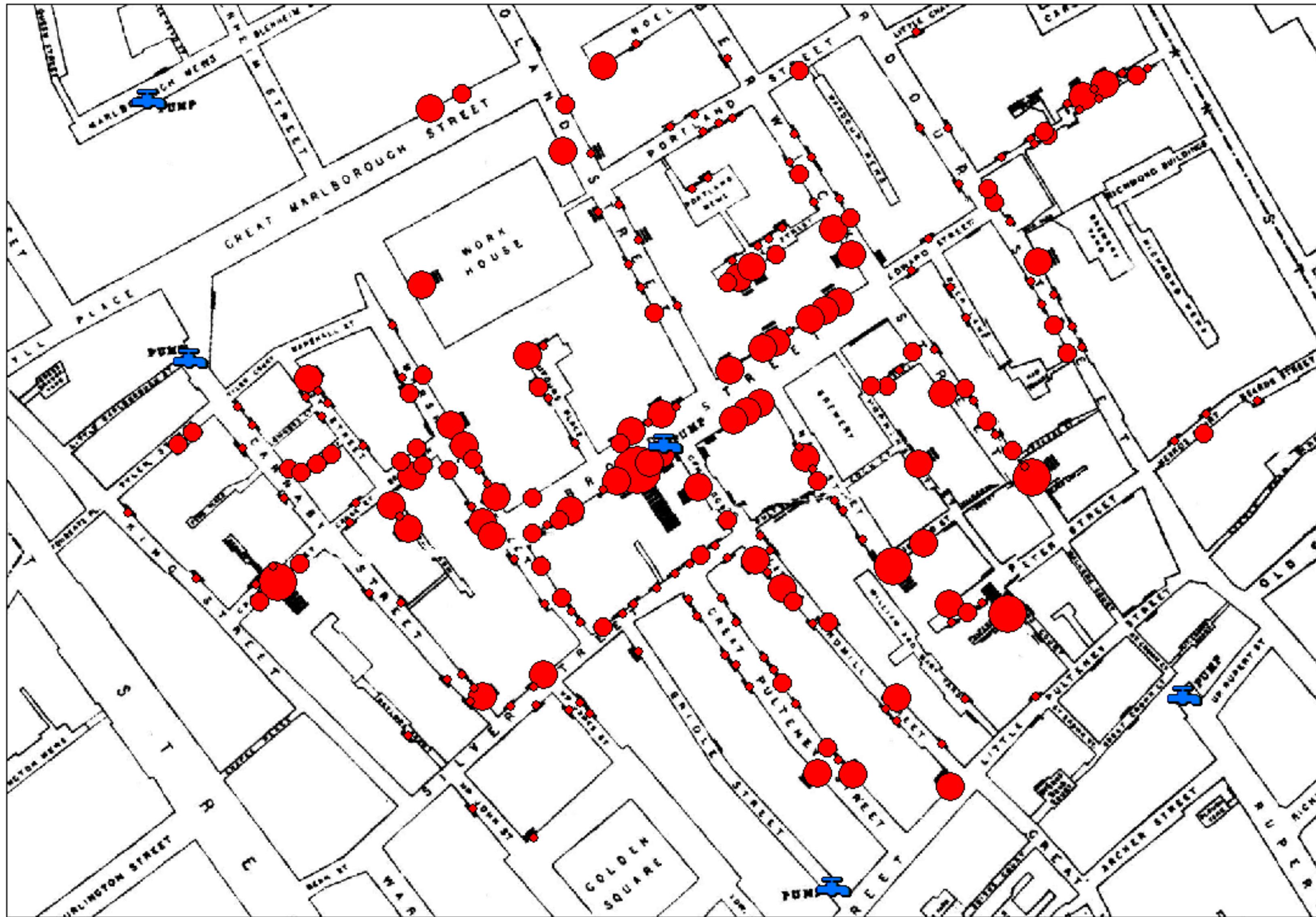
INTRODUCTION



ÉMERGENCE DE L'ANALYSE SPATIALE

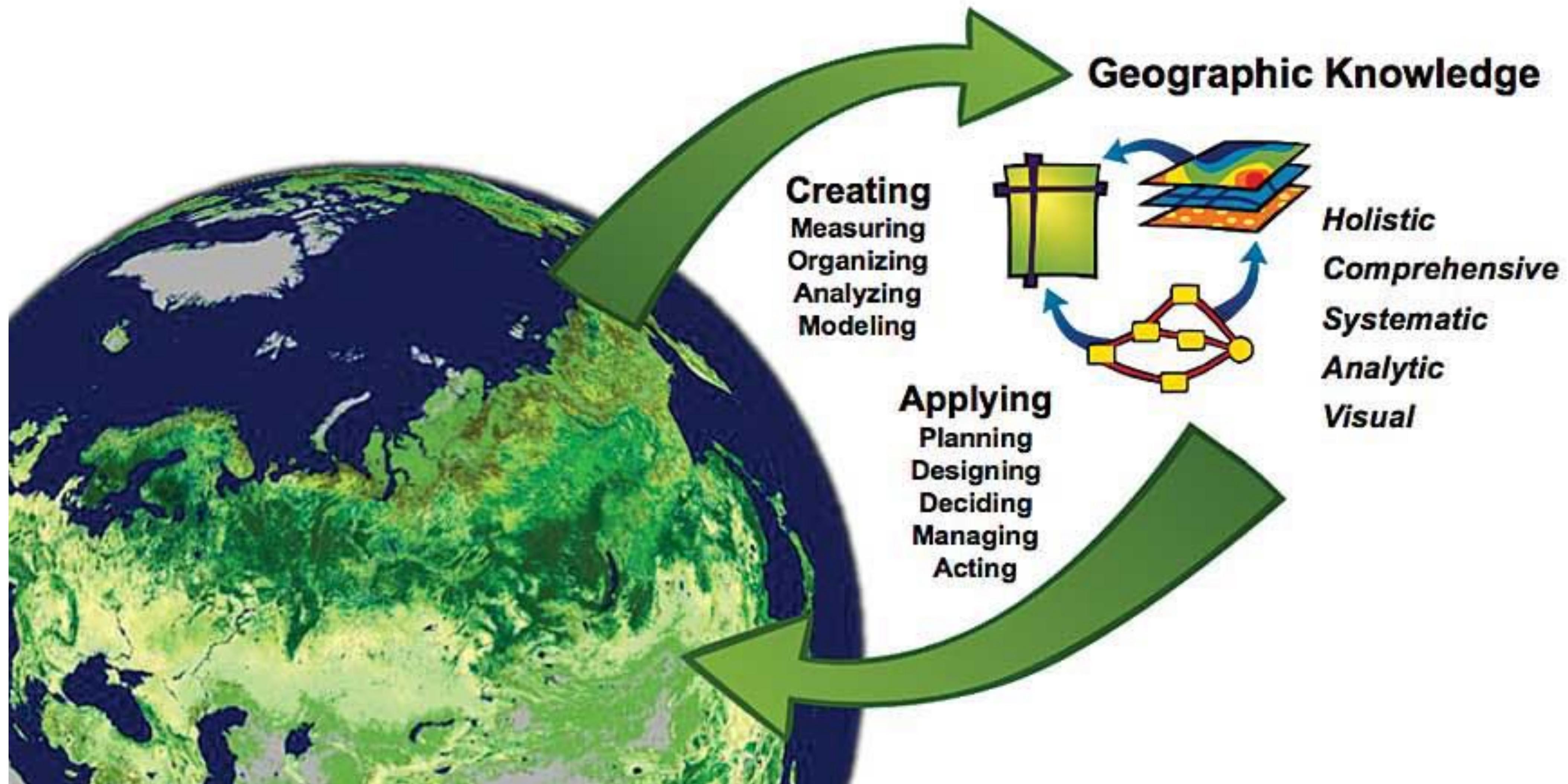


ÉMERGENCE DE L'ANALYSE SPATIALE





APPROCHE GÉOGRAPHIQUE





LES S.I.G.

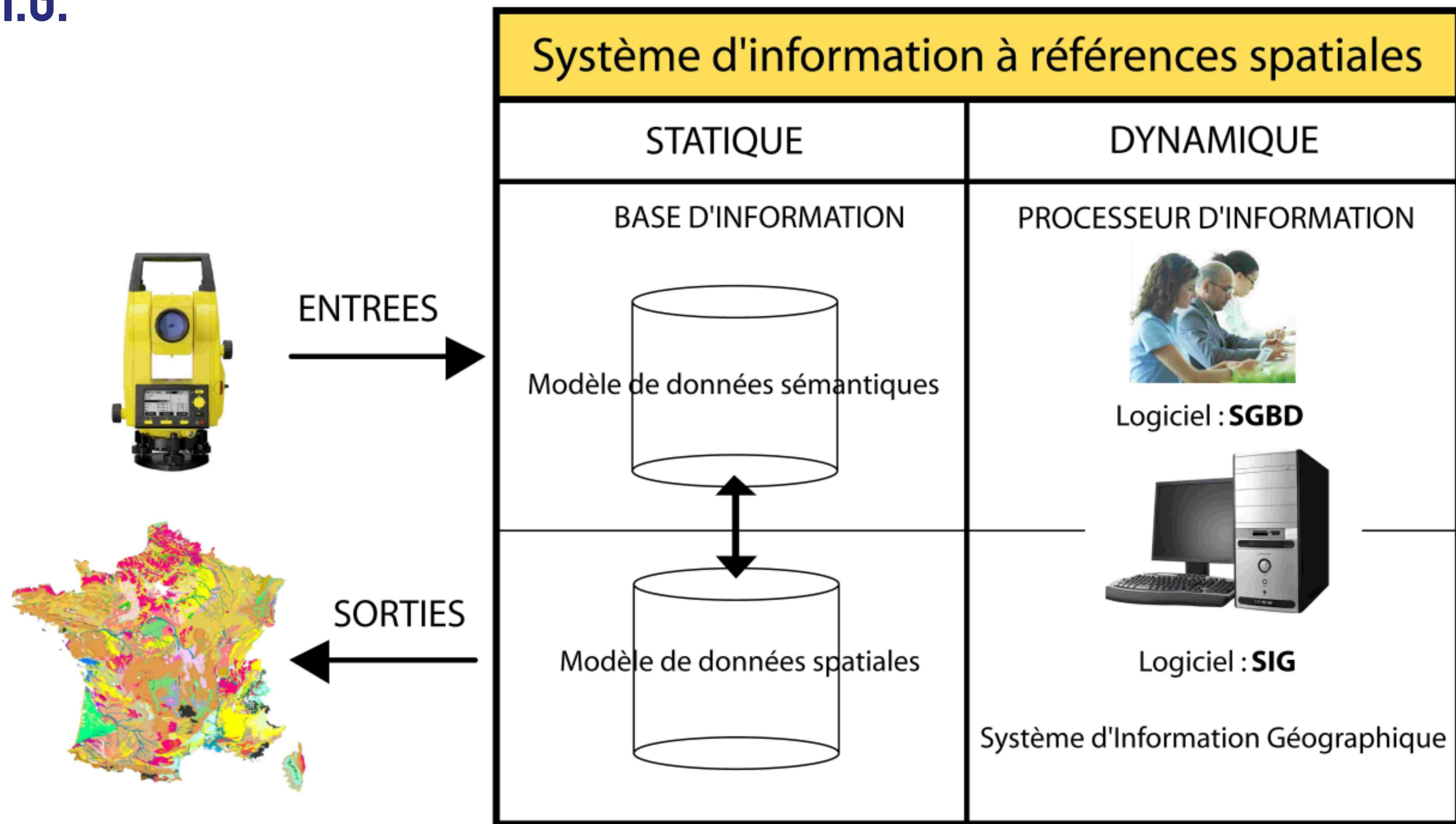
● Géomatique

- ▶ Ensemble des techniques de traitement informatique des données géographiques. La géomatique se fonde sur la constitution et l'utilisation de systèmes d'information géographique (SIG)
- ▶ Elle regroupe les outils et méthodes permettant l'acquisition, le stockage, le traitement et la diffusion de données à référence spatiale.

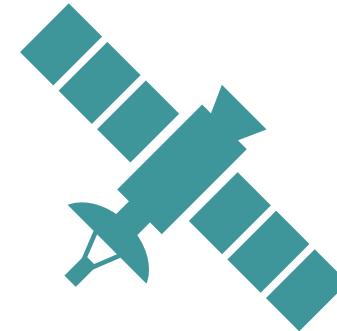
● Système d'Information Géographique (SIG)

- ▶ Système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à références spatiales afin de résoudre des problèmes complexes
- ▶ Par abus de langage, un SIG signifie souvent le logiciel utilisé dans un SIG

LES S.I.G.

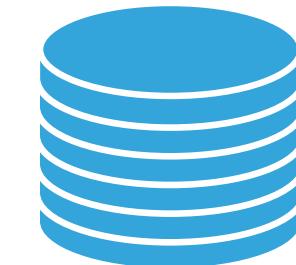


CONSTRUCTION D'UN SIG



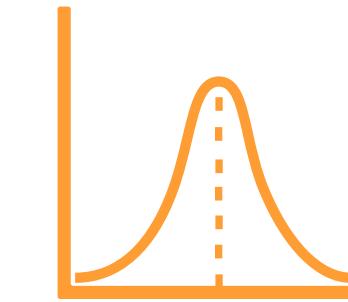
ACQUÉRIR

- ▶ Saisir et coder les données spatiales
- ▶ Saisir et coder les données descriptives
- ▶ Lier spatial et descriptif
- ▶ Corriger les erreurs



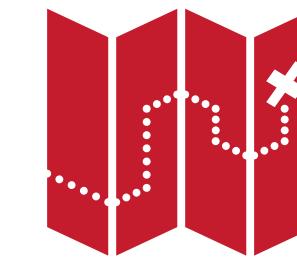
GÉRER

- ▶ Stocker
- ▶ Modifier
- ▶ Mettre à jour
- ▶ Extraire
- ▶ Sauvegarder



TRAITER

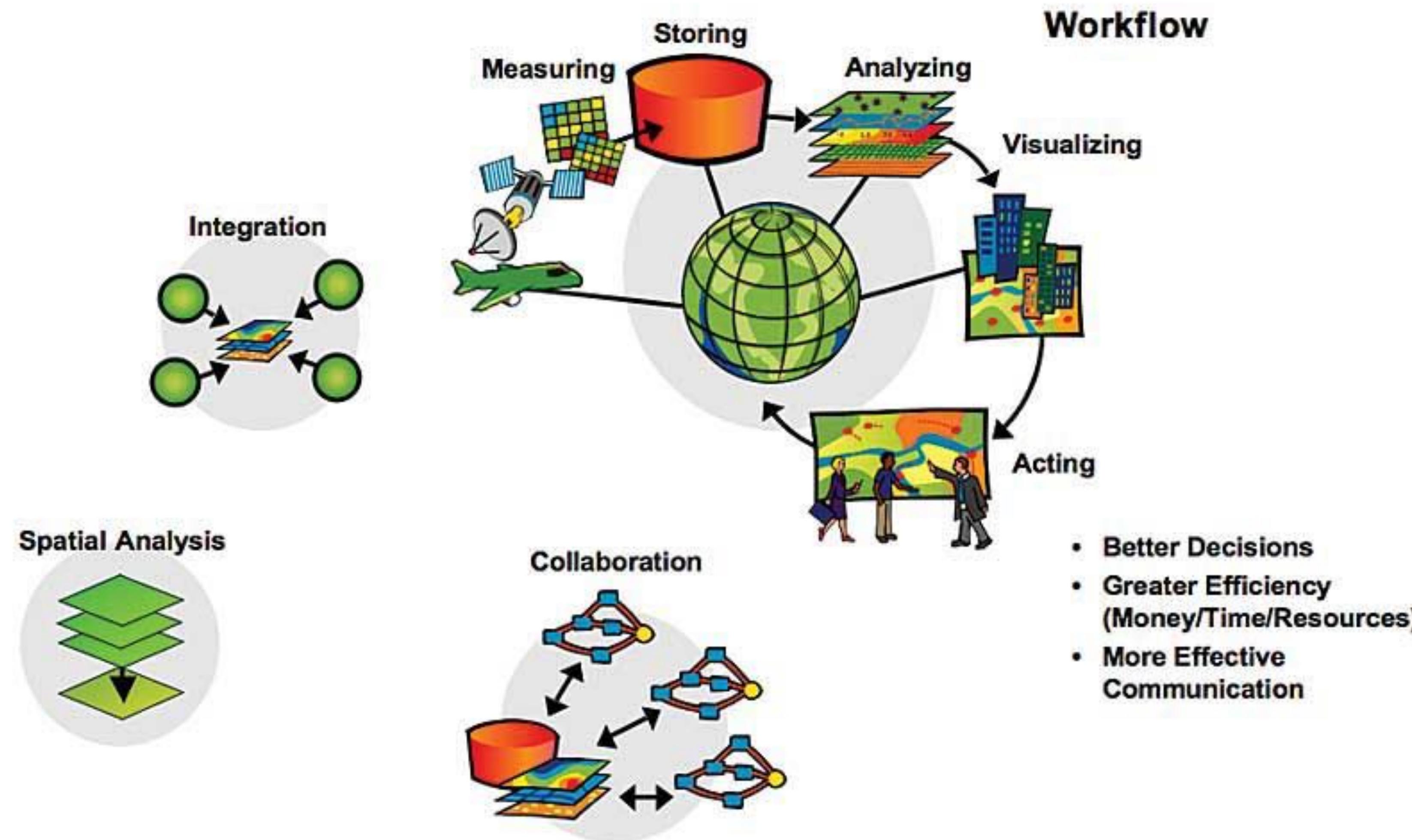
- ▶ Mesurer
- ▶ Classer
- ▶ Combiner
- ▶ Produire des statistiques
- ▶ Déterminer les relations spatiales
- ▶ Simuler
- ▶ Prédire



RESTITUER

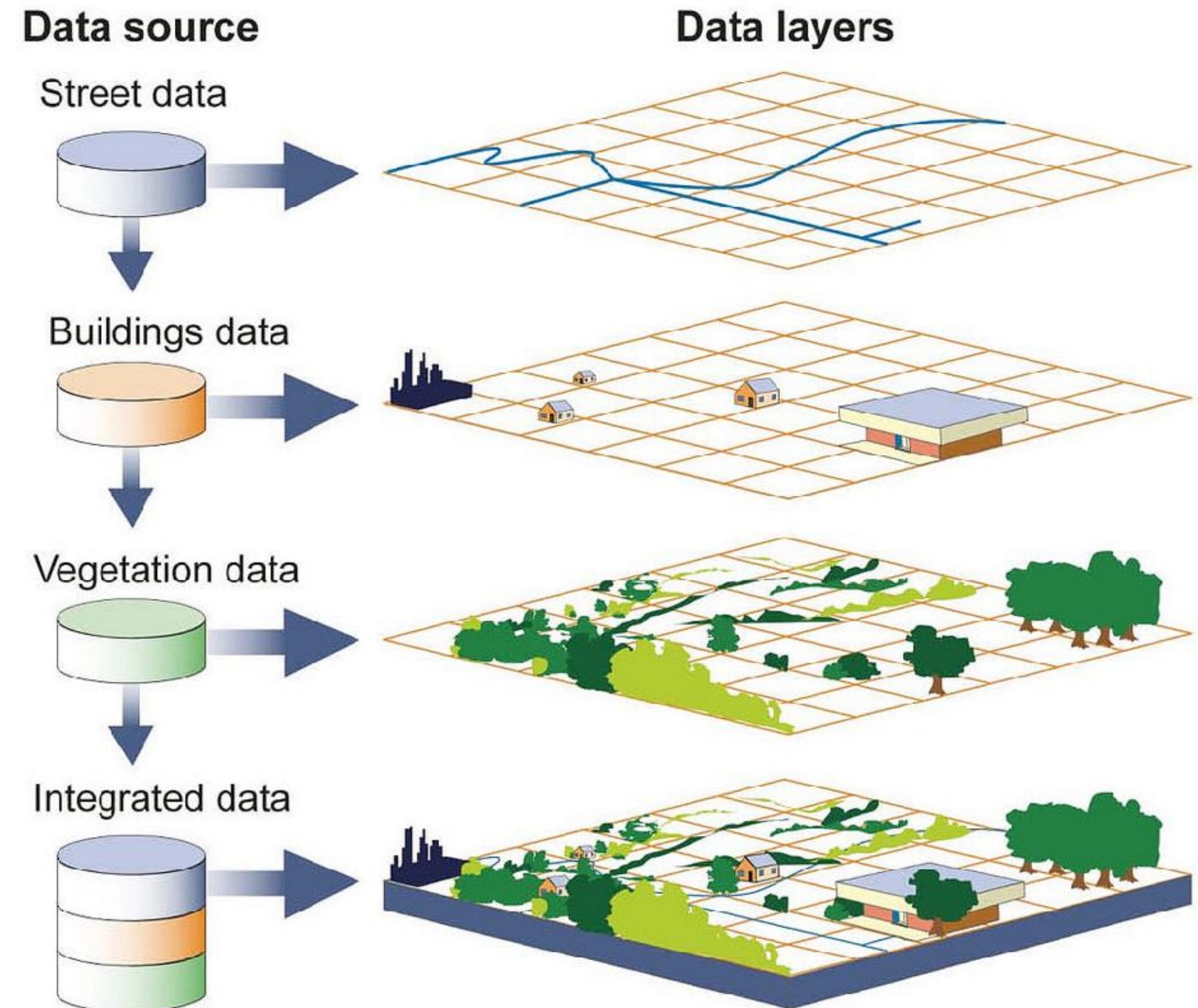
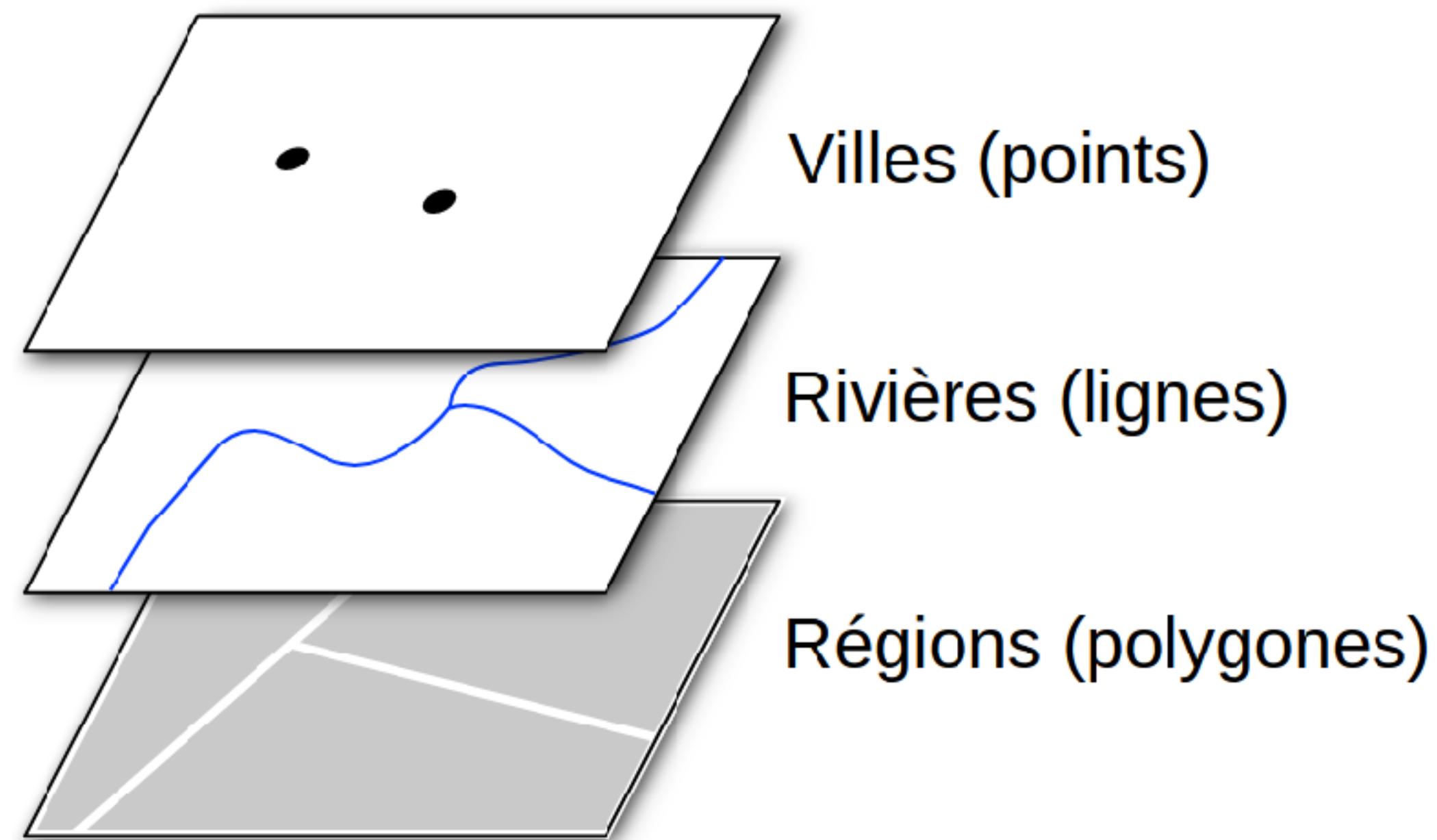
- ▶ Bases de données
- ▶ Cartes
- ▶ Animations
- ▶ Graphiques

CONSTRUCTION D'UN SIG



ORGANISATION DES DONNÉES

- Données sous forme de couches superposables



493	013	C	0d86	385	4	MUL	+	81c	TBU1	?	000Jb	B5+6GTJ	HA
gED	FBu	-	UBeng6fr-	x	502	5	rE3	PR3	c	BB%6e	6Y?FnKa	ML	
660	vEl	0	Eu9rp011	?	964	n	yin	6x7C9R	ayTSA	0CRn?0	t>		
833	+23	c	S16cZFUE	a	1e	x0	o1	898781	PjDax	u809372	?		
n+e	1TU	H	1Dv9M:18	n	60U	78	ll	9192DT	22271	u77433?	8		
Z+T	6HT	H	D+5Pf7aa	L	B2M	BP	lR	84X1061	331HR	7	Rp186	7	
n32	9xQ	9	378nBn71	6Pjgn	X0	38	ez>910	ch2Px	9	1F?2m	J		
50t	Q1	S	EOnq#td	a6PH	IN	vr	n11637	0jN63>	a	2+0	0		
849	31	p	wob6g901	?1n	T5?	5	78EU3?	2yPMo	ll	AN?	0		
H+n	1H	H	CN*xHNL	?14	56G	aR	5SUMnN	44673	u	Z?W	0		
462	85	6	61:z:n5>q	?sr	711	33	uc86M6	7x06g	,780	?	7		
EHH	17	5A	64TB786	qAG	76m	20	80173C	XgUo?	5:b64	7			
5we	Ua	X?	36o341x	Xbq	210	F008hewII	1q>U2	Rx31	4				
87e	22	47	618"	4Av	dy?	lBu	o801?	9ne96	5194	t			
Etw	38	s2	HN52u3	b01	WLL	EVJ	t64;3	7NNKO	44Ho				
Osh	10	hD	H7Nnok	60c	y6w	878	ZT+58	9"m17	hk6T2	Q			
18e	e2	jV	7+e9946,	c7r	197	so3	J864a	"8PC3	661F2	?			
049	Bn	tn	qE9H?10	61E	nM6	1nP	3 oZj	la65I	uOE2o	9			
3ga	6e	9n	eN36?Pj	1x0	185	oLh	x oD6	1168e	>2305	14			
24U	1n	o3	92+e6C3	w1U	69Li	EB	H KB	ACCUM	9087	Ec3			
710e	Z7	62	567Ch07	BeU	z0e1	er	V 96	85770	iC556	ZUA			
i18P	Ke	a7	88AB972	UR?	56ea	64	e Ut	Bp6EdL7H961	25F				
20ph	c2	61	x6d'B o	5	1+964B6	R2	8 g2	tek	104K70814				
0417	0	IG	34eo	+	7	2n874x8	1N	x 9%	831	ea14+98766			
20w+j4B	1U	W24ni	1	?	852.+<0	90	9 3Z	St9	370153970e				
2488356	Gh	F	Ph?	U <	Rd6Hb?P	83	n h0	9ev	p 6588^x+d				
Q1Co	9	nn	B	uZh	7 F	6Hceab	96 R	16	511	x 346+68^J			
X+BTW	t	??	u	831	99	2HO7E	I	t	HUB	= 87674923			
2e02c4	8	4y	>	11?	94	2TB	ef	6a	849	x m81?k6n			
0e50a-	?"	23	3.	pat	E 4	60J	7oc	6t	304	x d66W07			
Y+0H8	2	u8	4Wx	6eC	z d	7Pt	9x	45	42-				
W	TuU6	n	AJ	56	24	ec	5	60i	U1BK4	7JP	1	b Tn9e iNn	
1	(Lc1	t87D	H	n9	T o	360	00Kge	0	423	8	?	HLT x3	
Q2e	5Up4	H	4	6	8	M27	55+q8	C	~u3	0	z 1	EG6 G	
N9Fn	Nik0	n	1	6	<	850	7CLcn	G	Zn7	d	55t	J2r 3x	
N1ZX	>n20	u	8	H	z	64V	6KU28	6	MMax	u65	42	ru	
9+u?	UoMK	b	G	6	u	veE1	Cefat	1	3J8H	856	1E	71	
041	0?	P	E	Mh	?	hdJ2	Lp?Ko	0	00e?	895	r6	YL	
8x?	??	Z	6	LF	6	98u9	q2046	0	04^3	akR	?	~H	
078	6J	0	6	h^	6	190	29"ox	1	9muU	UDB	68	94	
75u	1	4	9	85	72	1px5	TU3H7	u	x 3n	2,TR	r6	8	
74:	15	2	7	96	v8	dPP?	SPDR2	0	9 pi	016	K88	Ue	
4Y	V8	4	6	86	J4	192?	412?R	p	5 do	080	5e?	Ni	
22	90	0	6	2	4	9?	412?R	p	5 do	278	+ Mu	pD	
435	B2	7	9	67	3f	39U1o4TPn2	3	6 us	7	091	nhU	CT	
616198	4	D	4	68	69	9e9JAt630x	GeMh3h33	412	43	519	088	31	
Hp259e	7	1	1	E	8	Ukl	EME14	Hed	Zn	2	087	r2n	
74CD6h	7	1	9	9	b	620	64880	0	?	0	u6-	9e6 i	
679K30	3	?	9	18	9v	cyP	98m+4	~C7?	3H	177	F64	43x	
676Ch4	810	2	Q	146	5	U71	8au8	DCGu	133	DC	Zua	18x w41	
99871K	74T	0	a	L	5	BD3	0 10	SPU1	qI4	H	227	d^p 125	
E4BL+28HTz?	k	7	m	1	U2T	6 kJ	?	Eo	100	I	YKE	265 le9E	
Mn54	644Cw6g	1	b	9	6	51	8 j?	2 R7	oG1	2	114	4gh 92?	
047588K6537z2	u	9	6	51	8 j?	2	R7	oG1	2	114	4gh 92?		
21	65-192-M2	d	5	51	8 j?	2	R7	oG1	2	114	4gh 92?		

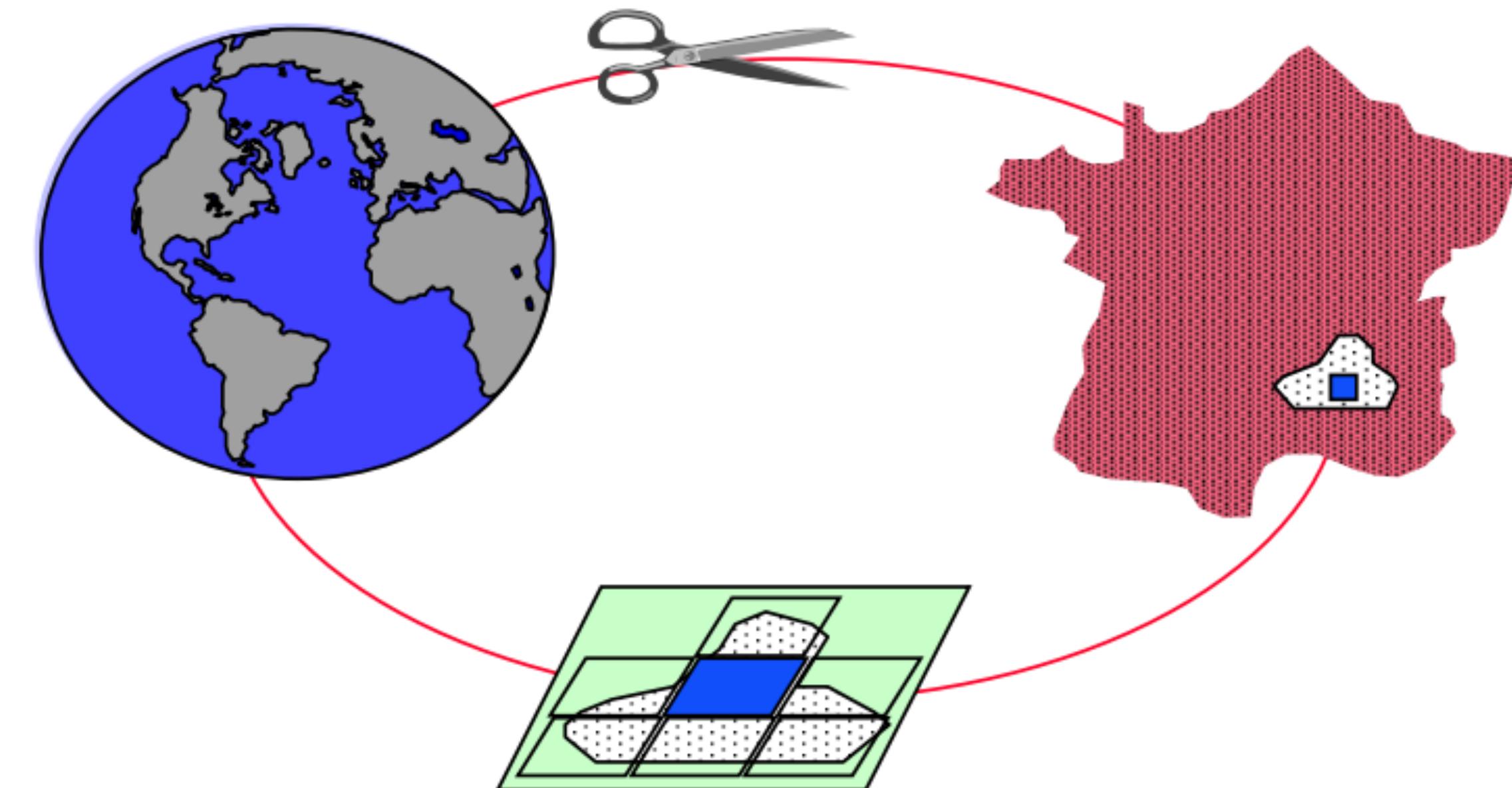
INFORMATION SPATIALE

CODAGE DES DONNÉES

DÉCOUPAGE DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

● Thématique

- ▶ Découpage selon un thème, un type d'information (variable)



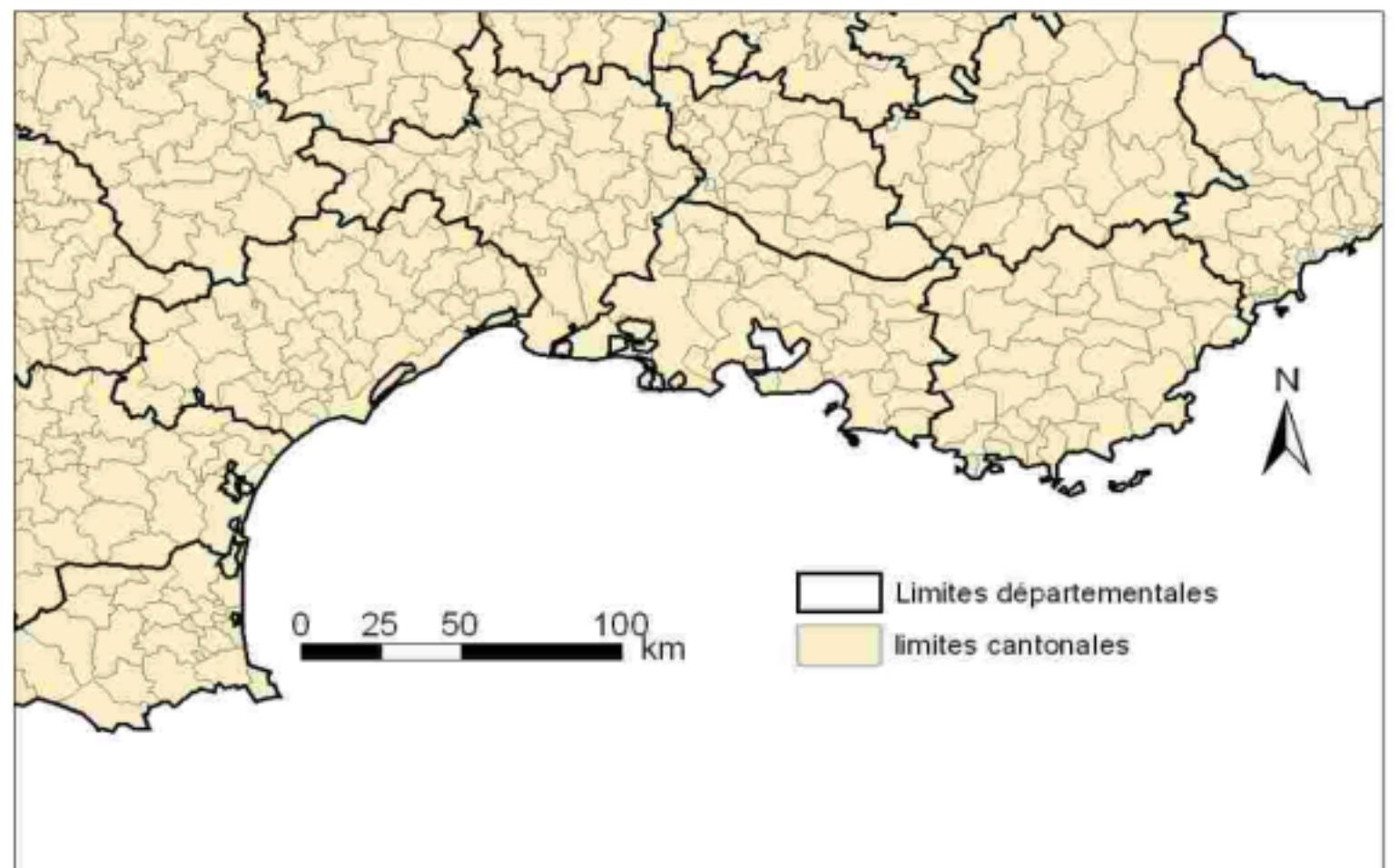
● Géographique

- ▶ Découpage selon la localisation, position dans l'espace

"thème" "couverture"
"couche" "layer"

DÉCOUPAGE DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

ID_0	ISO	NAME_0	ID_1	NAME_1	ID_2	NAME_2	ID_3	NAME_3	ID_4	NAME_4	ID_5	NAME_5	TYPE_5
1	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		1 Auenheim	Commune sim..	
2	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		2 Bischwiller	Chef-lieu canton	
3	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		3 Dallhunden	Commune sim..	
4	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		4 Drusenheim	Commune sim..	
5	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		5 Forstfeld	Commune sim..	
6	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		6 Fort-Louis	Commune sim..	
7	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		7 Herrlisheim	Commune sim..	
8	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		8 Kœnigshoffen	Commune sim..	
9	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		9 Leutenheim	Commune sim..	
10	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		10 Neuhäusel	Commune sim..	
11	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		11 Oberhoffen-sur-Nai..	Commune sim..	
12	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		12 Offendorf	Commune sim..	
13	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		13 Rœschwoog	Commune sim..	
14	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		14 Rohrwiller	Commune sim..	
15	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		15 Ruppenthal	Commune sim..	
16	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		16 Rountzenheim	Commune sim..	
17	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		17 Schirmeck	Commune sim..	
18	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		18 Schirhoffen	Commune sim..	
19	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		19 Sessenheim	Commune sim..	
20	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		20 Soufflenheim	Commune sim..	
21	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		1 Bischwiller		21 Stattmatten	Commune sim..	
22	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		22 Belvédorff	Commune sim..	
23	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		23 Berstheim	Commune sim..	
24	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		24 Daudendorf	Commune sim..	
25	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		25 Haguenau	Sous-préfecture	
26	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		26 Hochstett	Commune sim..	
27	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		27 Holtendorf	Commune sim..	
28	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		28 Koltenhouse	Commune sim..	
29	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		29 Morschwiller	Commune sim..	
30	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		30 Niederschaeffers..	Commune sim..	
31	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		31 Ohlungen	Commune sim..	
32	79 FRA	France	1 Alsace		1 Bas-Rhin		1 Haguenau		2 Haguenau		32 Schweighouse-s..	Commune sim..	



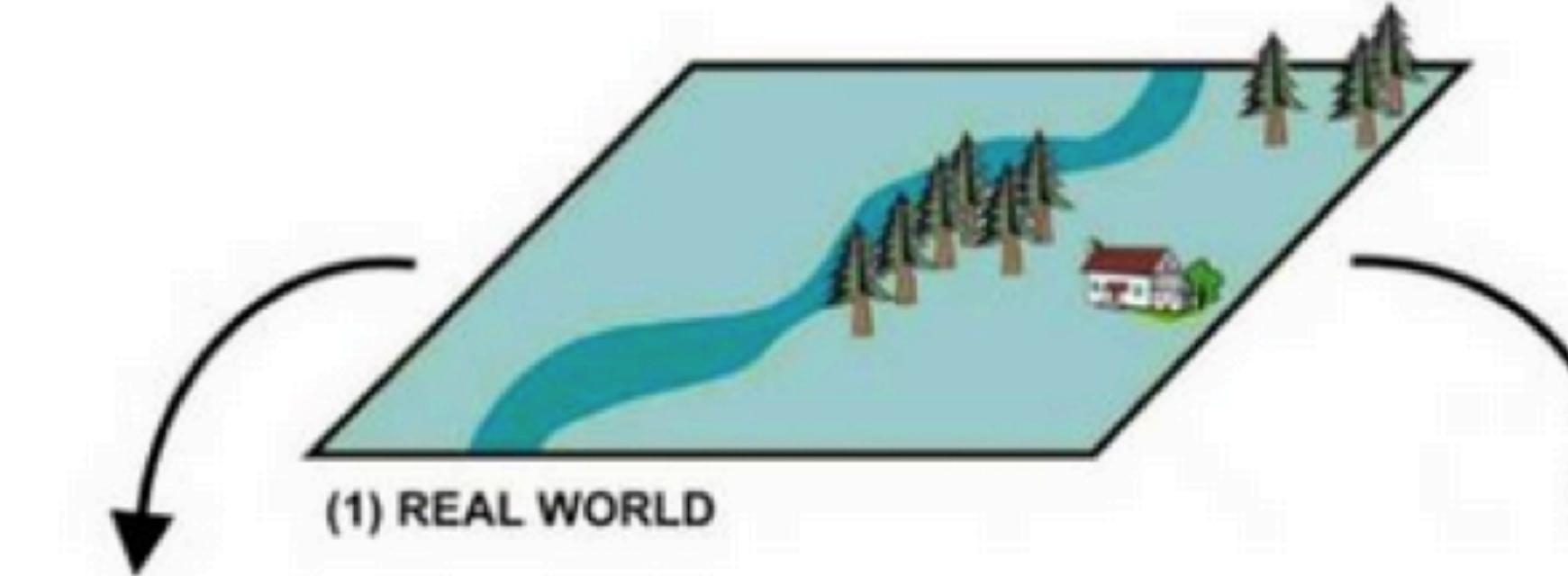
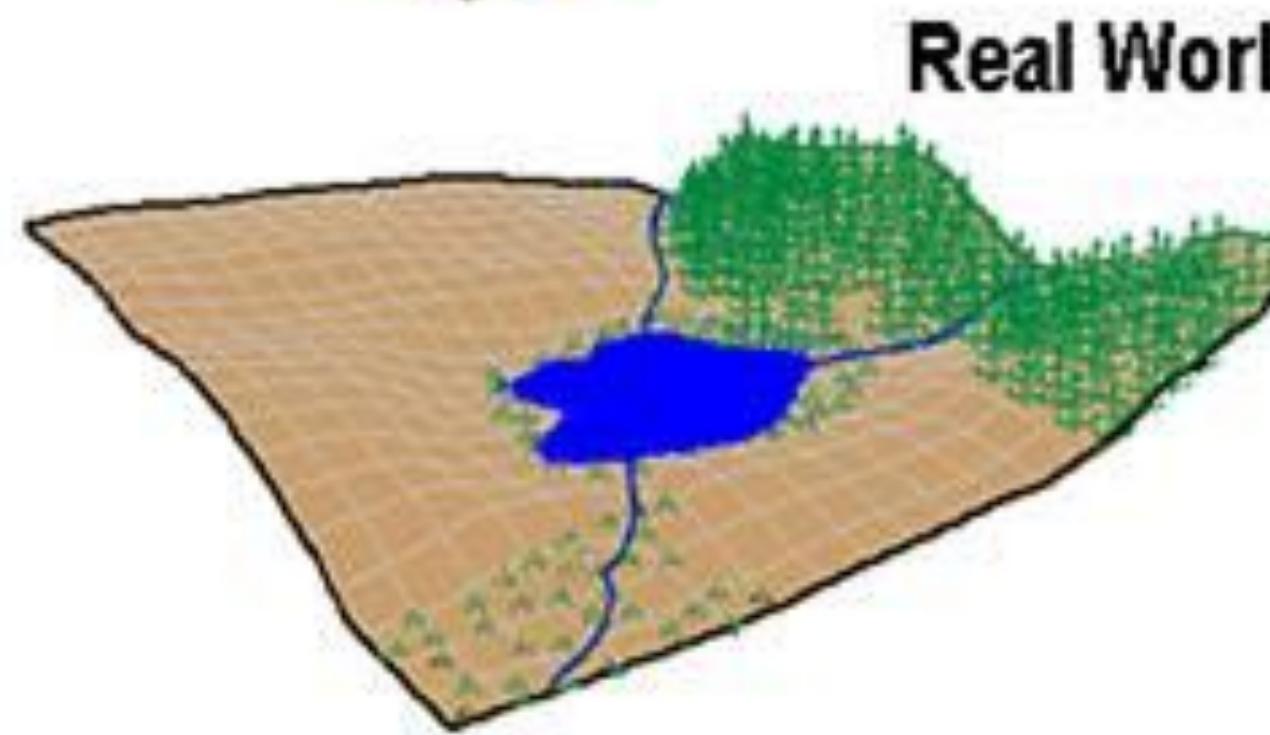
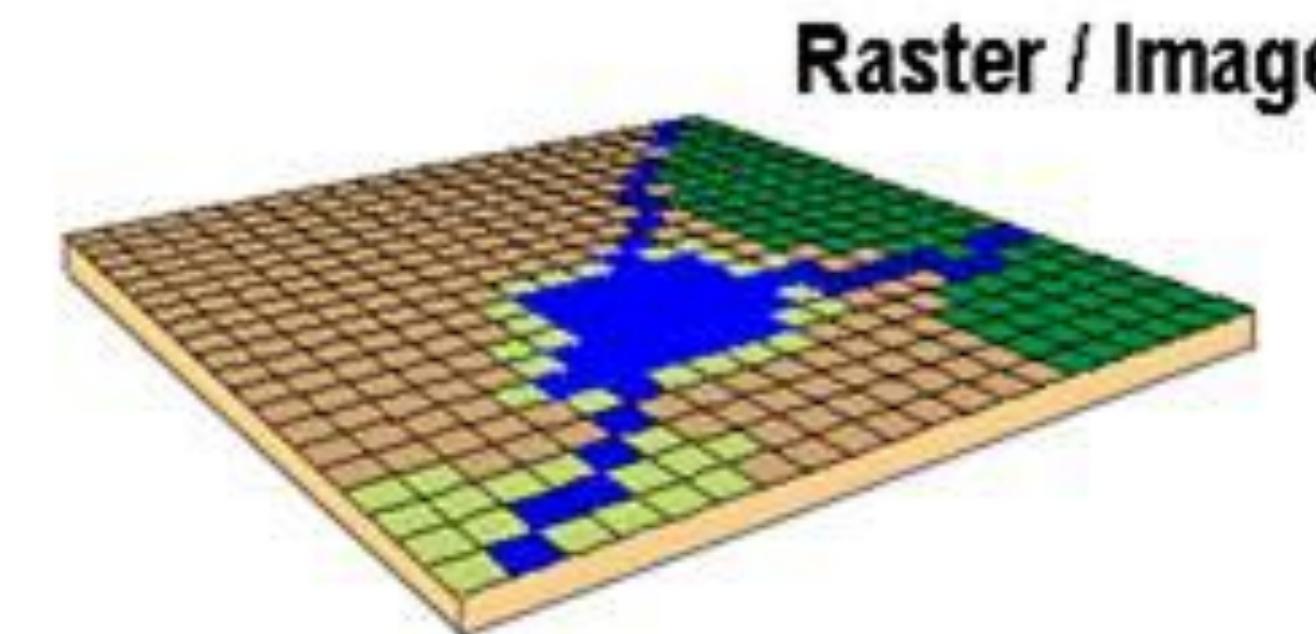
- Représentation graphique géoréférencée

 - ▶ Limites, formes

- Attributs descriptifs associés

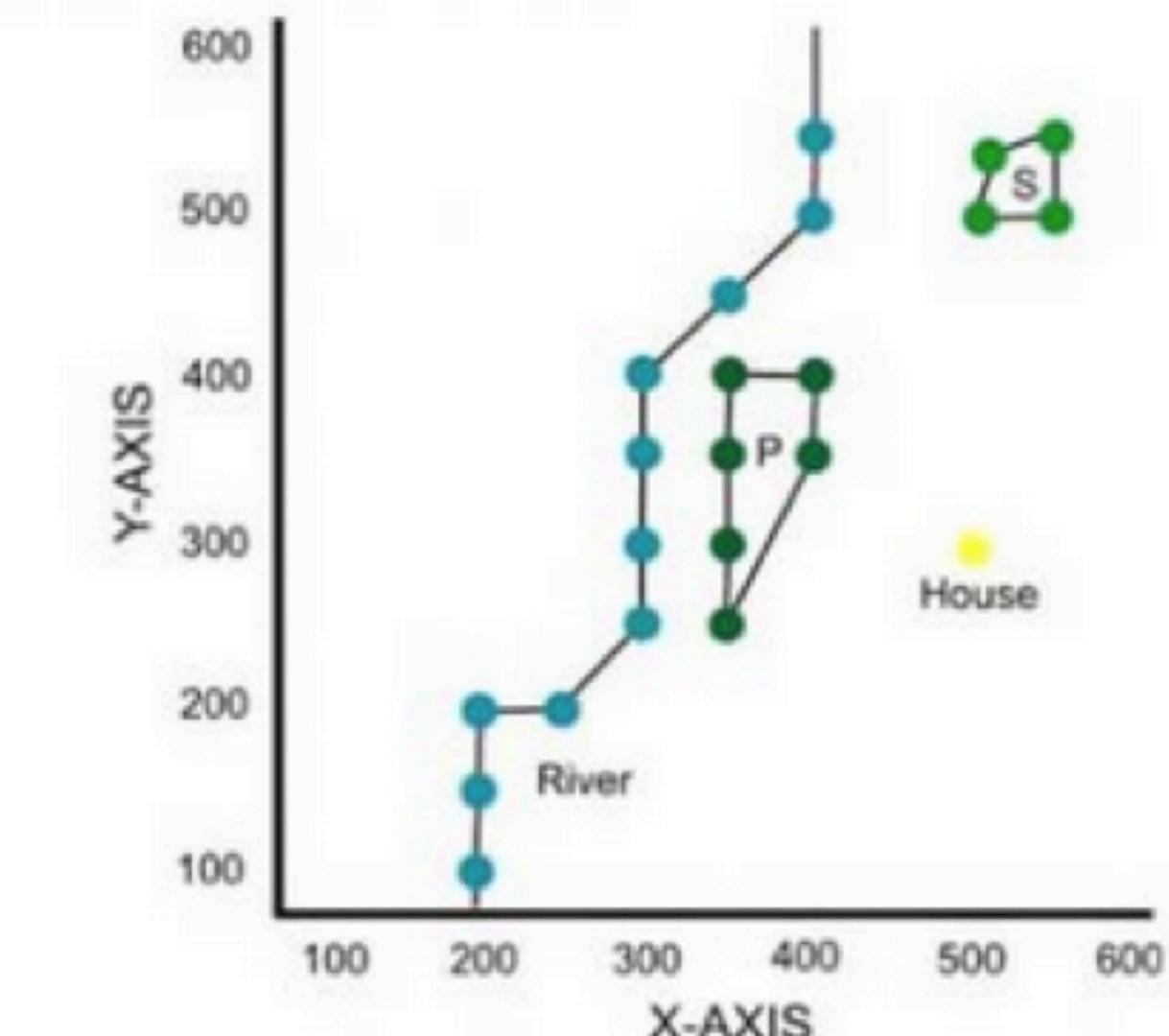
 - ▶ Contenu sémantique

MODES DE PRÉSENTATION DE L'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE



(2) RASTER REPRESENTATION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					R		S		
2					R		S	S	
3				R	P	P			
4			R	P	P				
5			R	P	P				
6			R	P			H		
7			R						
8		R	R						
9		R							
10									



CONTINU

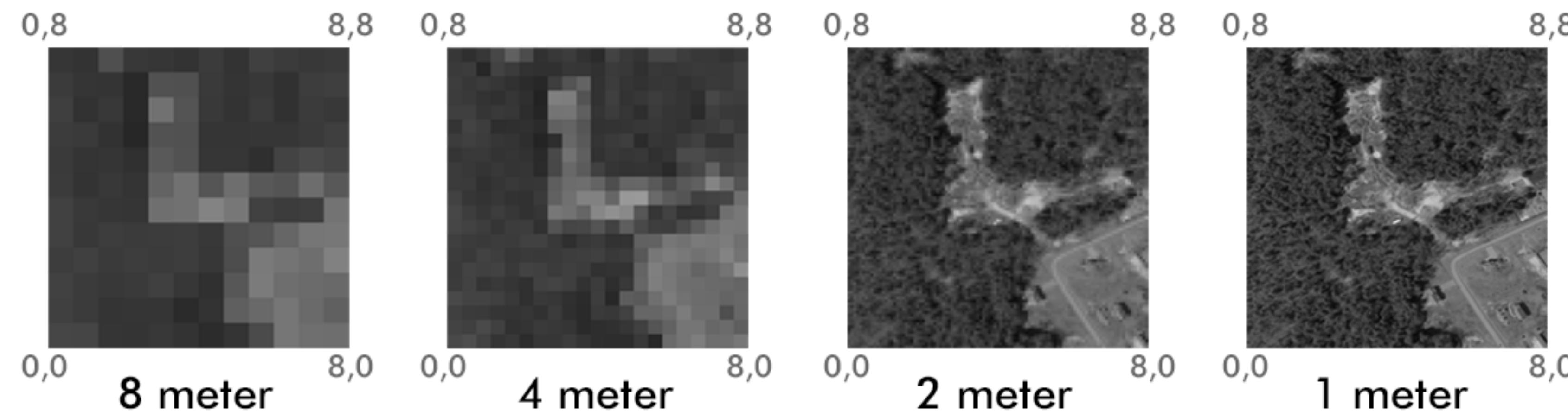
DISCRET

LE MODE RASTER

- Information unique et numérique **en tous points de l'espace**

- ▶ Basé sur un échantillonnage régulier de l'espace géographique
- ▶ Définit pour un champs spatial délimité
- ▶ Résolution est fonction du nombre de cellules pour le champs spatial considéré. On parle de **pixels**.

- Données descriptives stockées dans une matrice numérique : la **structure matricielle**



LA "COUCHE" EN MODE RASTER

● En-tête : descripteurs spatiaux et thématiques

- ▶ Localisation de la zone de saisie
- ▶ Orientation par rapport au système cartographique
- ▶ Taille et nombre de pixels
- ▶ Nature du phénomène
- ▶ Signification des valeurs numériques (codage ou unités)

```
## class           : RasterLayer
## dimensions    : 5060, 4299, 21752940  (nrow, ncol, ncell)
## resolution     : 1, 1  (x, y)
## extent         : 254570, 258869, 4107302, 4112362  (xmin, xmax, ymin,
##                  ymax)
## coord. ref.   : +proj=utm +zone=11 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
##                  +ellps=WGS84 +towgs84=0,0,0
## data source   : /Users/mjones01/Documents/data/NEON-DS-Field-Site-
##                  Spatial-Data/SJER/DigitalTerrainModel/SJER2013_DTM.tif
## names          : SJER2013_DTM
```

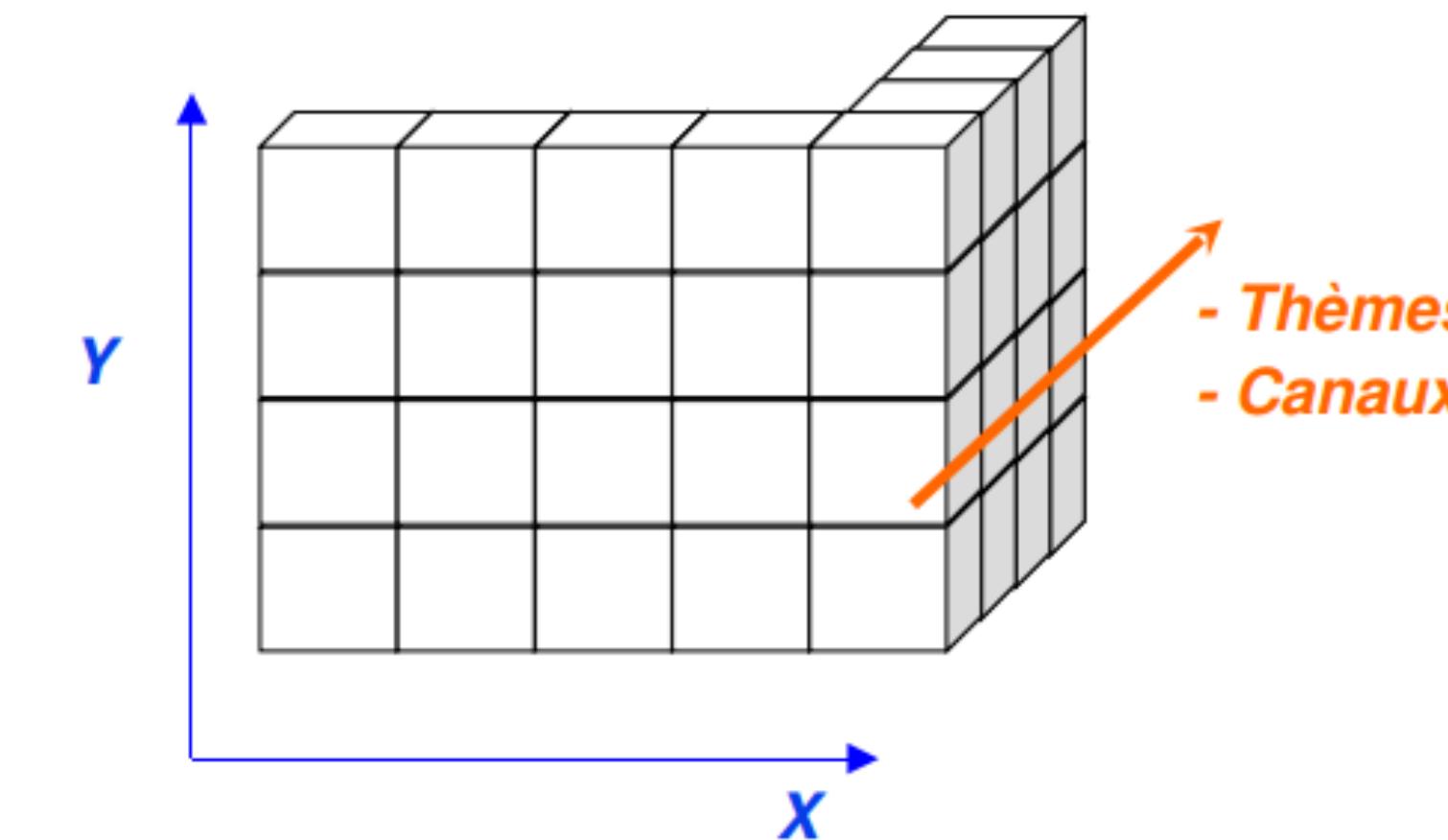
● Grille numérique : tableau de valeurs rangées (ligne, colonne)

- ▶ Matrice de valeurs

LES DIMENSIONS EN MODE RASTER

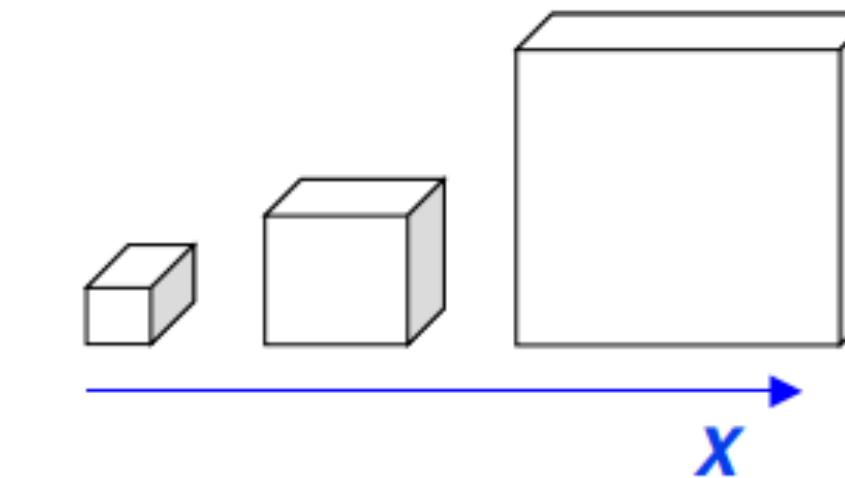
● Dimensions

- ▶ 2 géographiques
- ▶ 1 attributaire
- ▶ (1 temporelle)



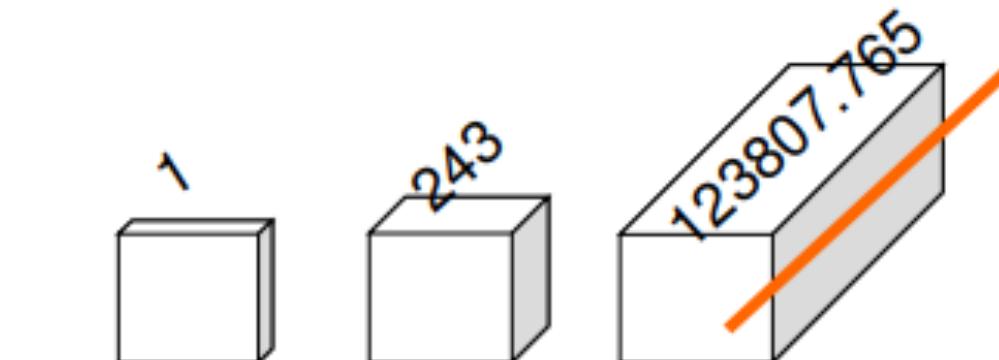
● Résolution spatiale

- ▶ Définit la taille de la cellule

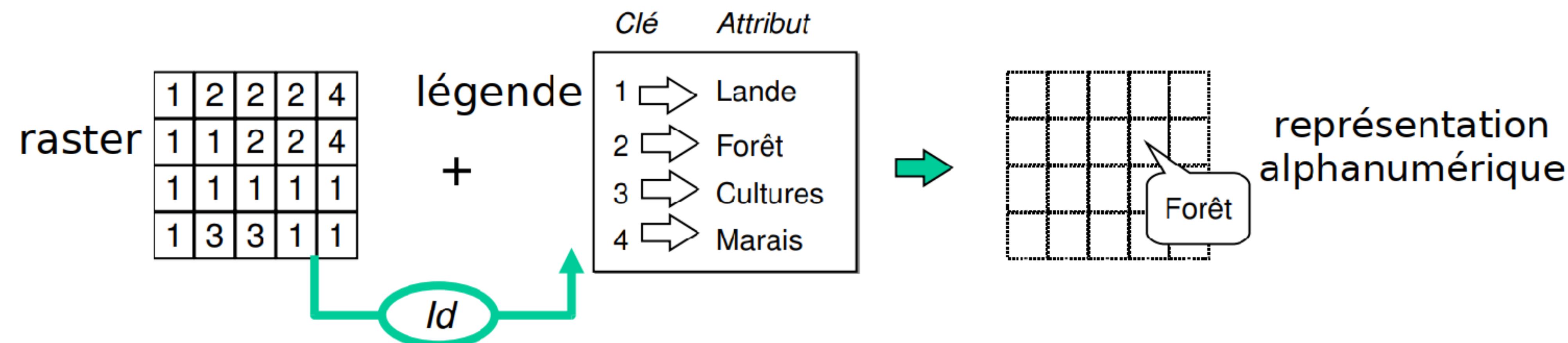
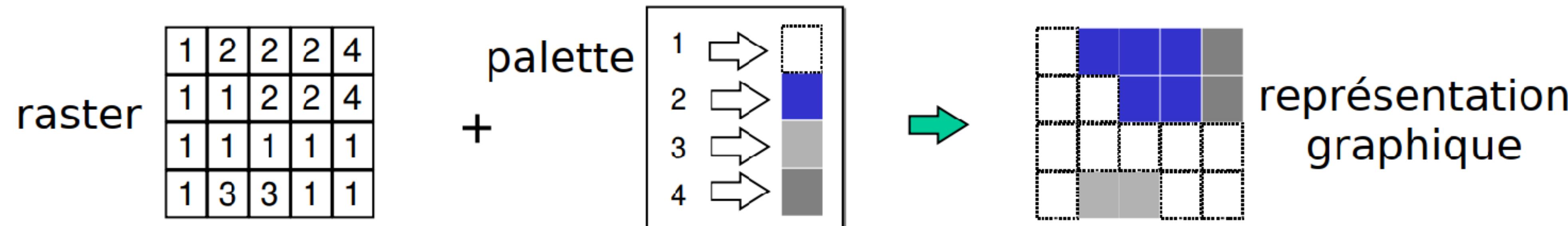


● Résolution attributaire

- ▶ Définit la "profondeur"



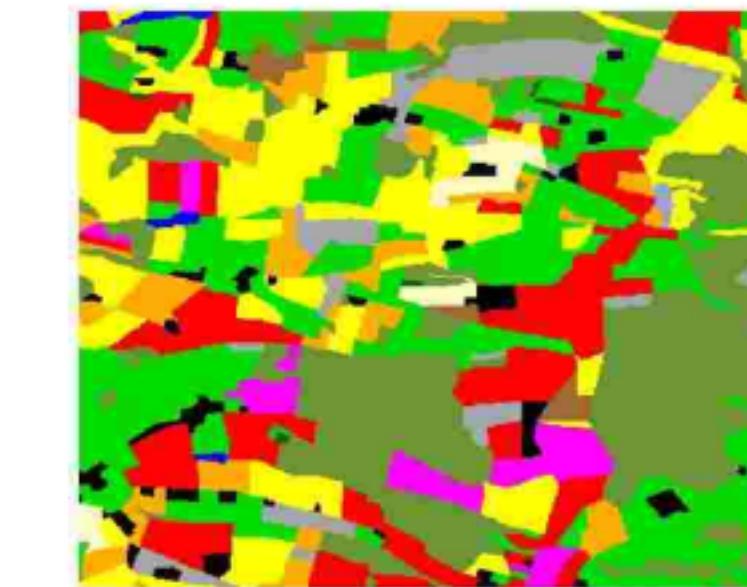
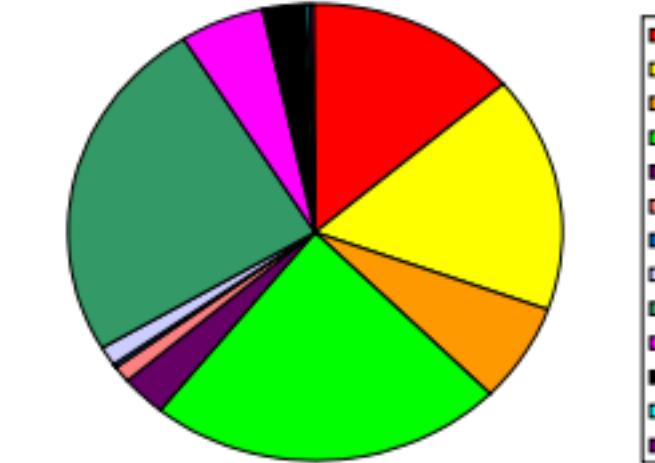
REPRÉSENTATION EN MODE RASTER



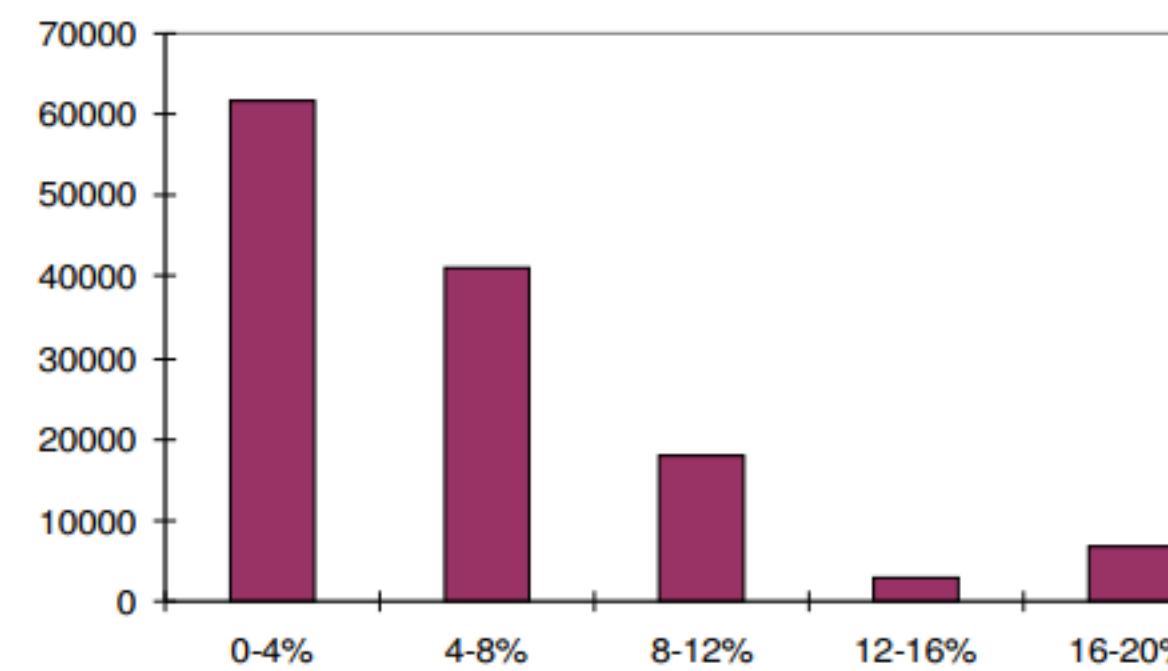
Chaque pixel possède une **valeur** correspondant par exemple à sa couleur, ou à son altitude.
 Un raster est caractérisé par la taille d'un pixel, ou **Résolution**

TYPES DE DONNÉES EN MODE RASTER

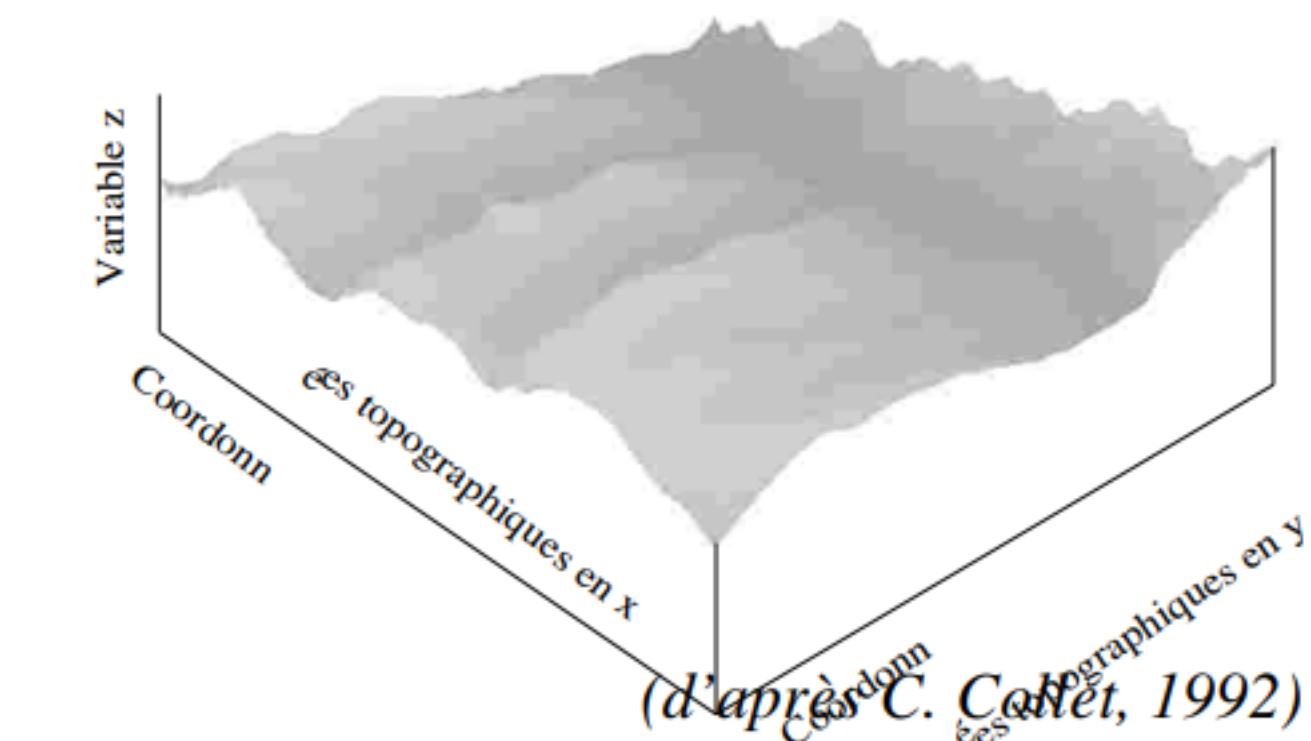
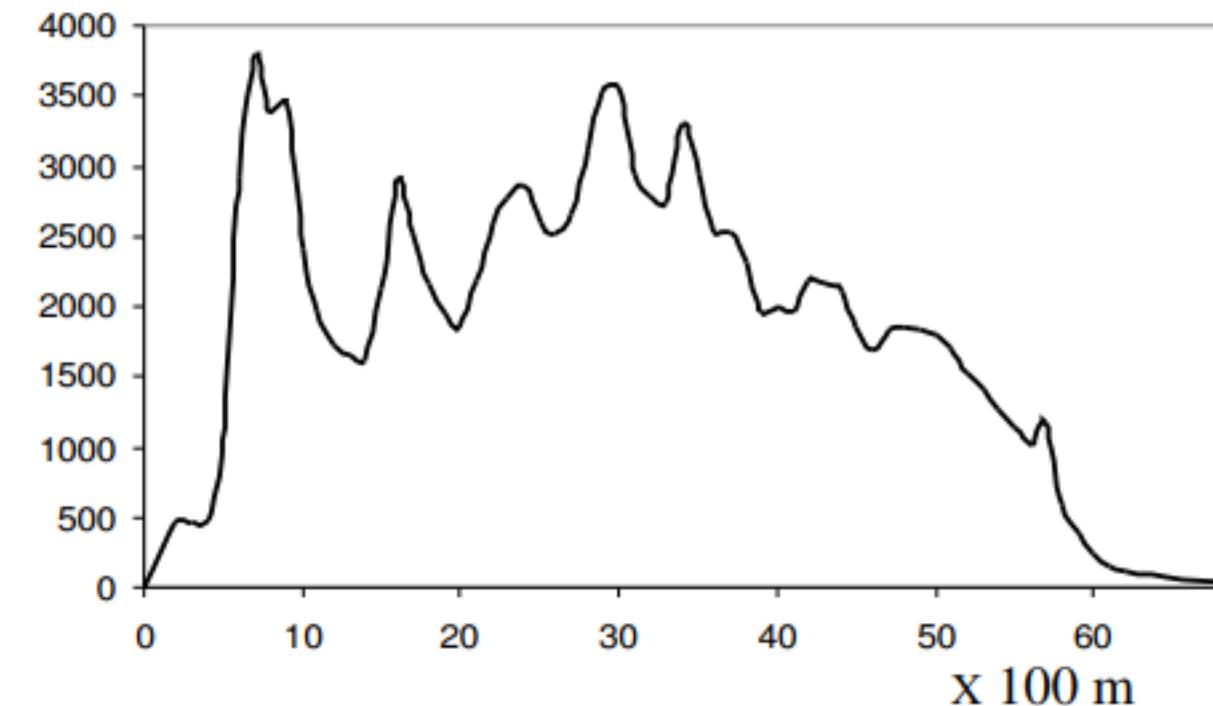
- **Données qualitatives**
(échelle de mesure nominale)



- **Données quantitatives classées**
(échelle de mesure ordinale)

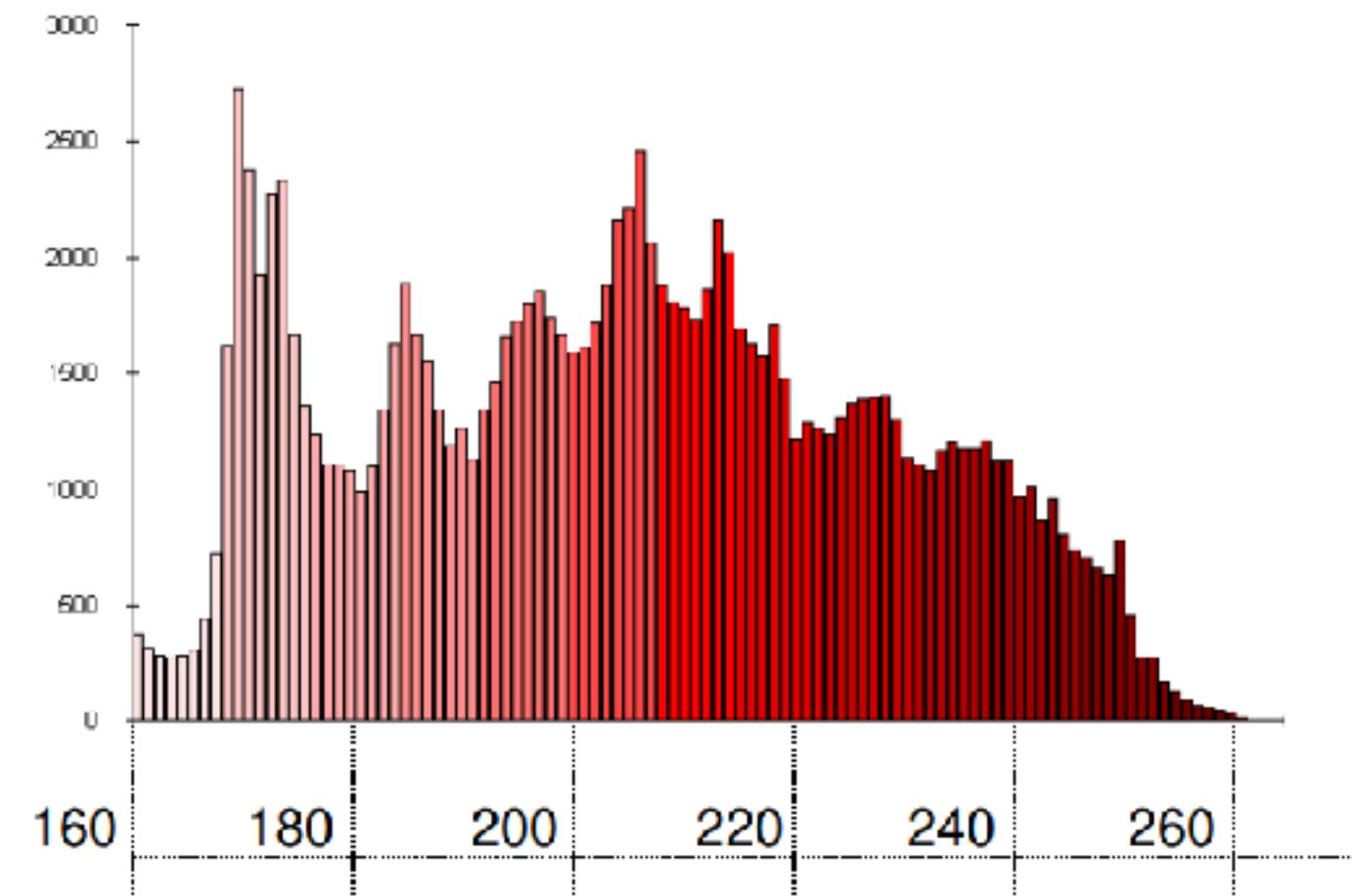


- **Données quantitatives**
(échelle de mesure cardinale)

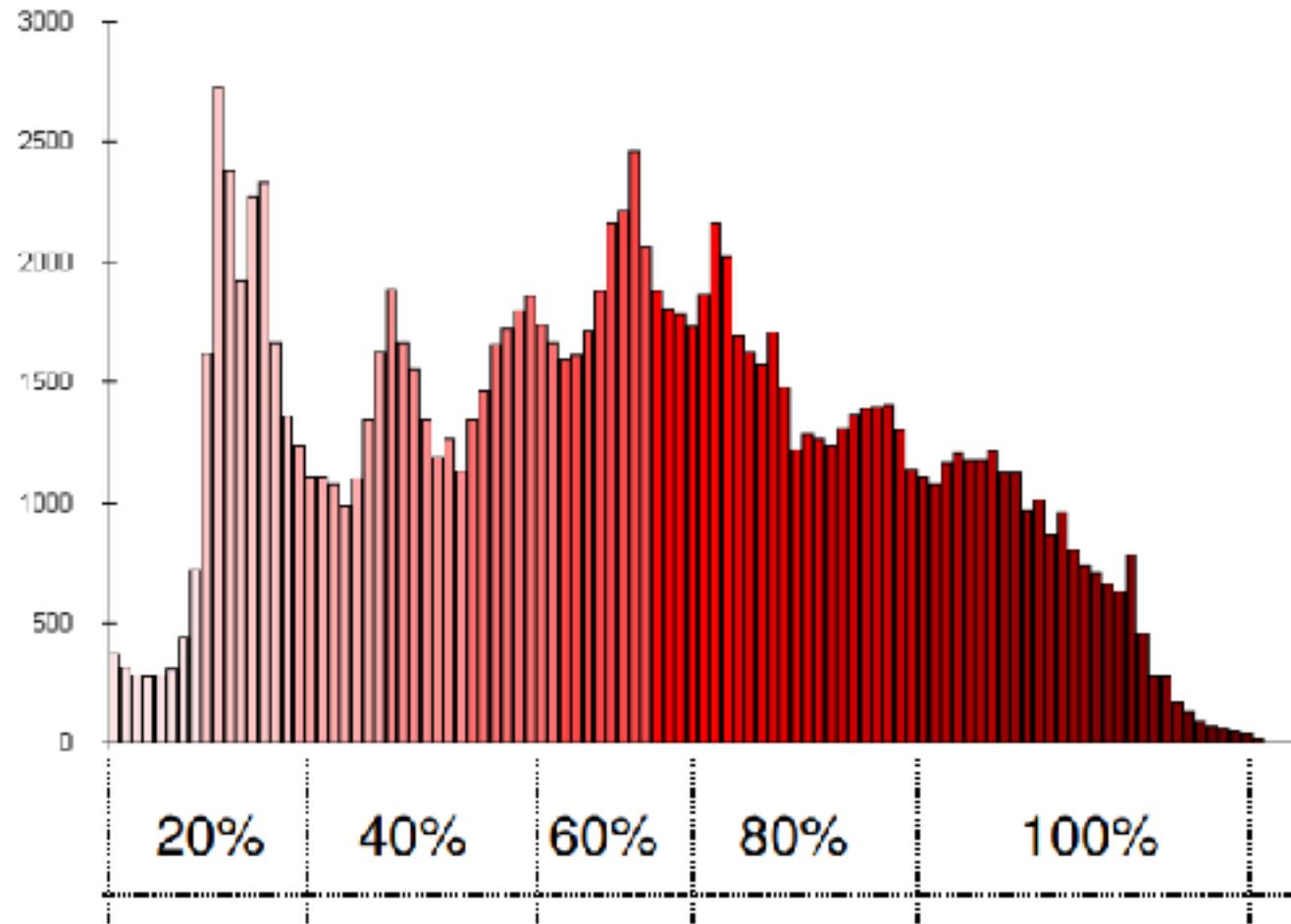


REPRÉSENTATION EN MODE RASTER : DÉCOUPAGE, CLASSIFICATION

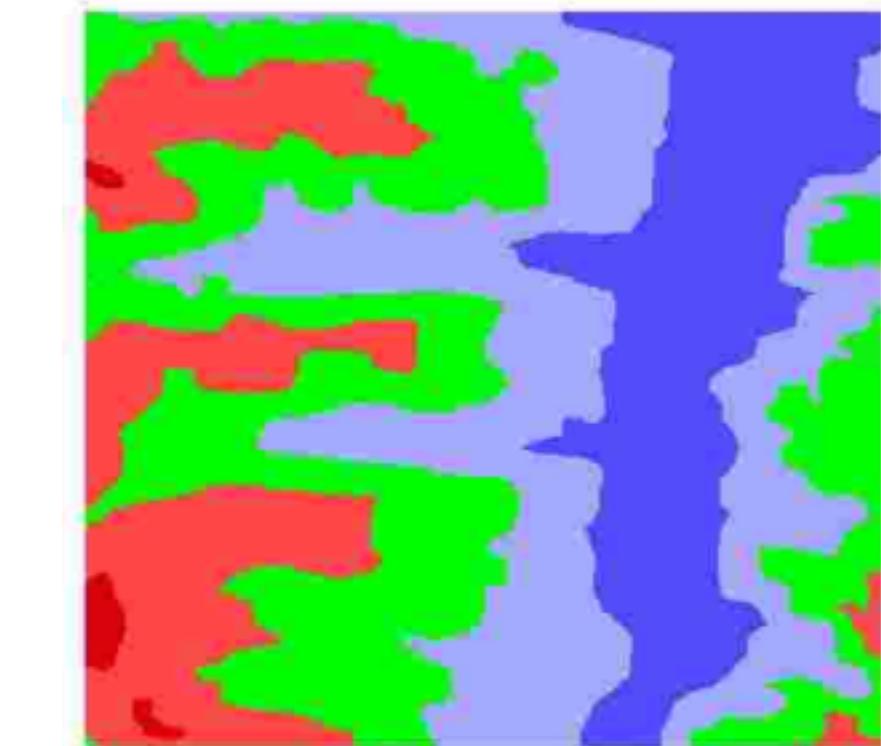
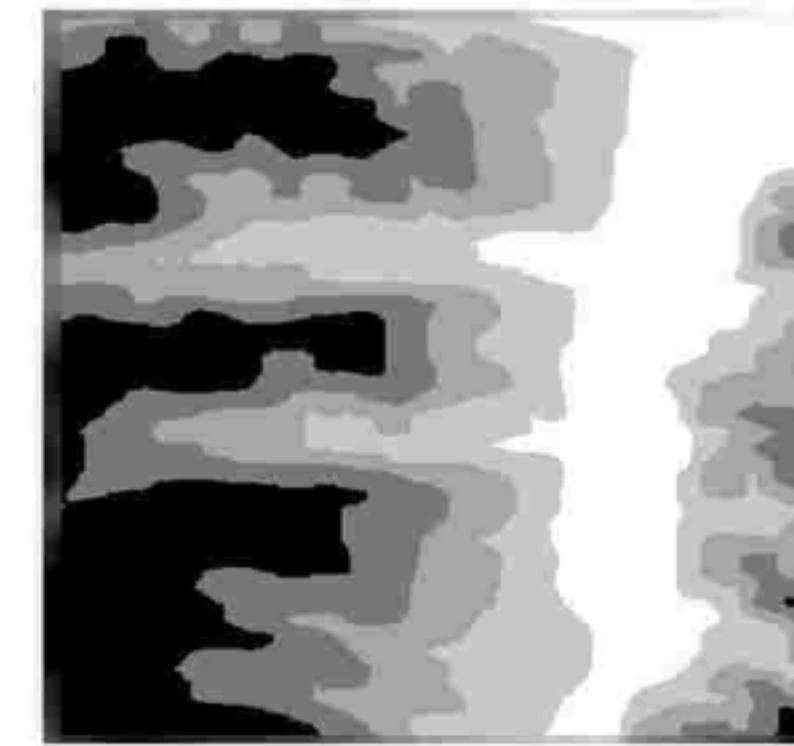
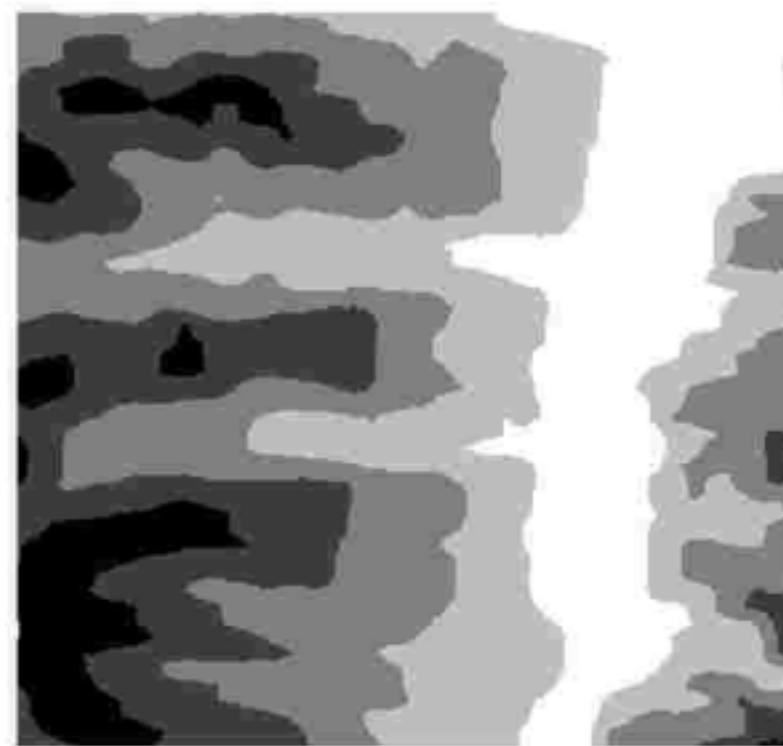
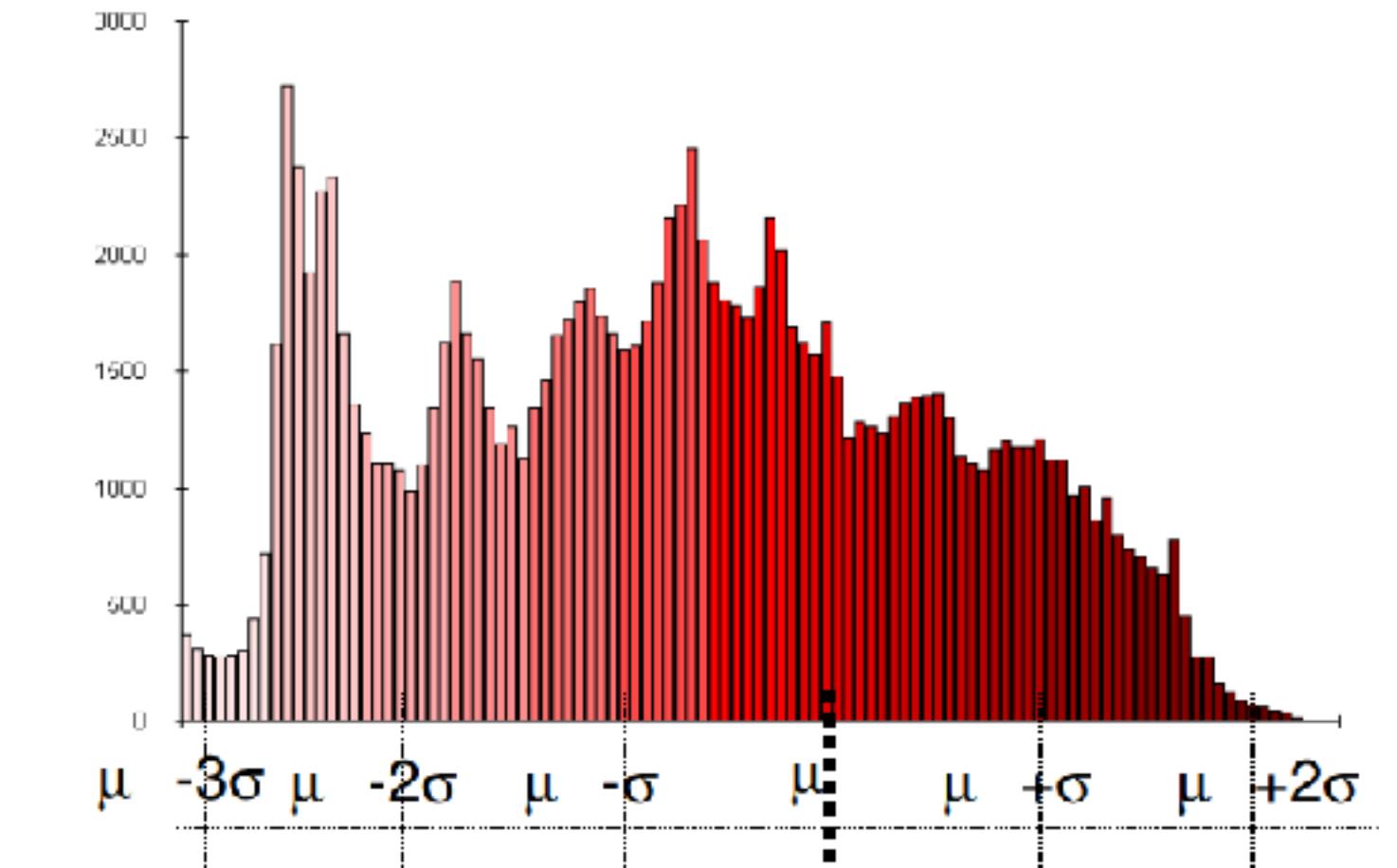
Isoamplitude



Isofréquence



Statistique



LE MODE RASTER

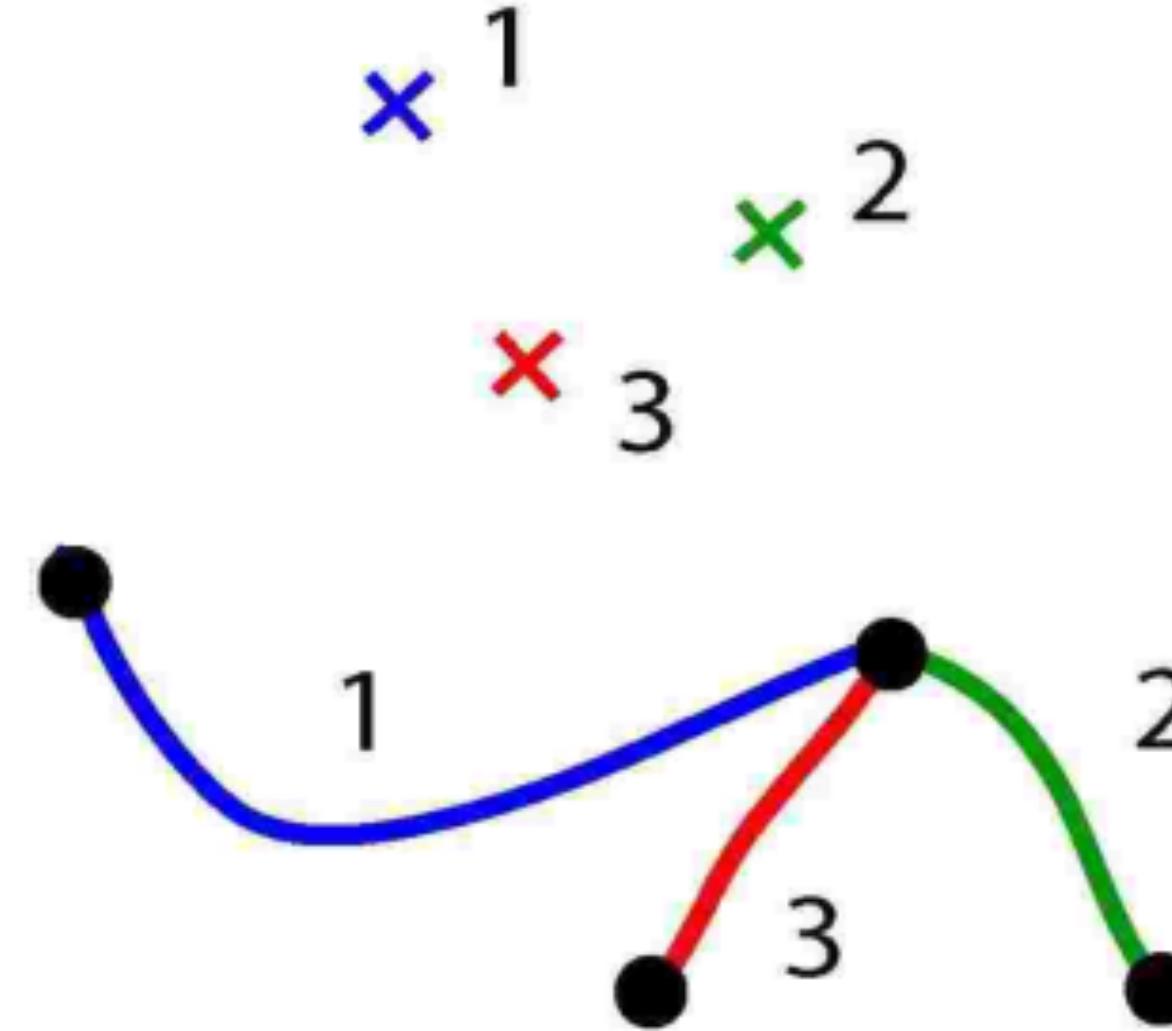
● Conclusions

- ▶ Représentations de l'image ne sont que des simplifications
- ▶ Nécessité d'adapter la représentation à l'usage

● Conseils

- ▶ Regarder les données brutes de l'image avant de l'afficher et valider chaque étape de traitement
- ▶ Documenter les champs relatifs à la méta-information

LE MODE VECTEUR



● Points

- ▶ Objets ponctuels
- ▶ Puits, points de mesures

● Lignes (segments de droite, limités par des points)

- ▶ Objets linéaires
- ▶ Routes, rivières

● Polygones

- ▶ Surfaces
- ▶ Communes, parcelles

LES DONNÉES VECTEUR

- Données définies uniquement par coordonnées



- À chaque géométrie ses attributs

**COMPOSANTE
SPATIALE**

Table attributaire - DEPARTEMENT :: Total des entités : 96, filtrées : ...			
ID_GEOFLA	CODE_DEPT	NOM_DEPT	
21	22 23	CREUSE	
22	23 24	DORDOGNE	
23	24 25	DOUBS	
24	25 26	DROME	
25	26 27	EURE	
26	27 28	EURE-ET-LOIR	
27	28 29	FINISTERE	
28	29 2A	CORSE-DU-SUD	
29	30 2B	HAUTE-CORSE	
30	31 30	GARD	
31	32 31	HAUTE-GARONNE	
32	33 32	GERS	
33	34 33	GIRONDE	
34	35 34	HERAULT	
35	36 35	ILLE-ET-VILAINE	
36	37 36	INDRE	
37	38 37	INDRE-ET-LOIRE	
38	39 38	ISERE	
39	40 39	JURA	
40	41 40	LANDES	

**COMPOSANTE
ATTRIBUTAIRe**

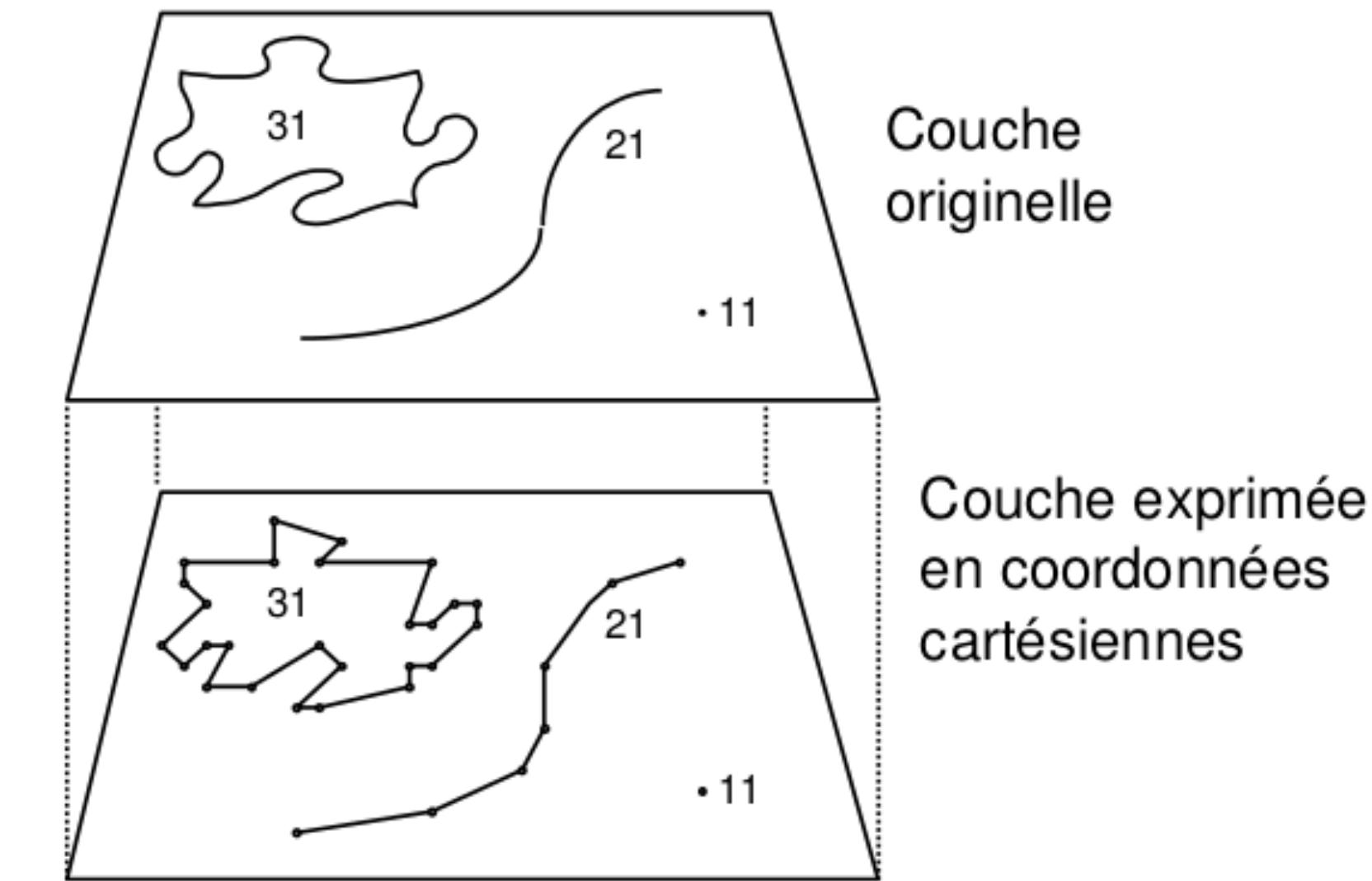
STRUCTURE DES DONNÉES VECTEUR

● Spaghetti

- ▶ Figurés géométriques de base enregistrés indépendamment les uns des autres

● Topologique

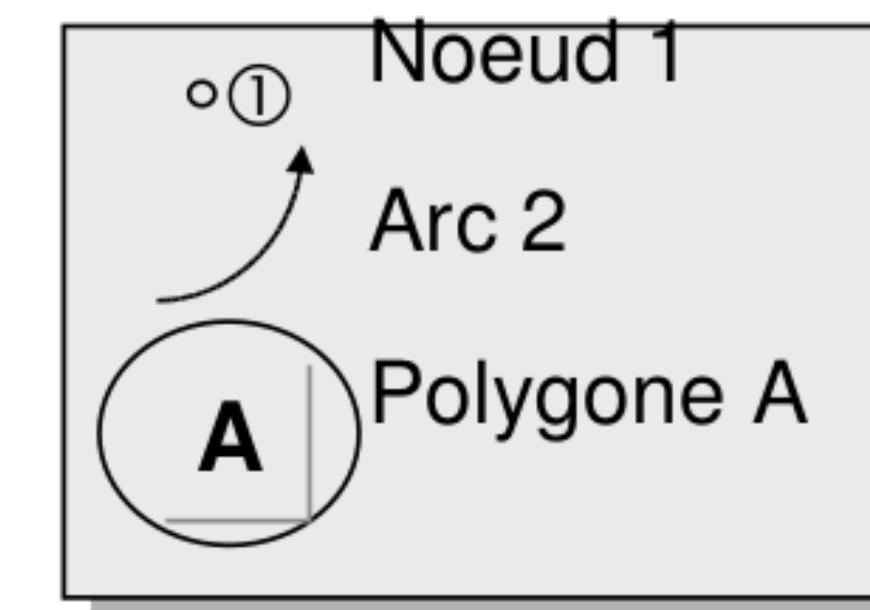
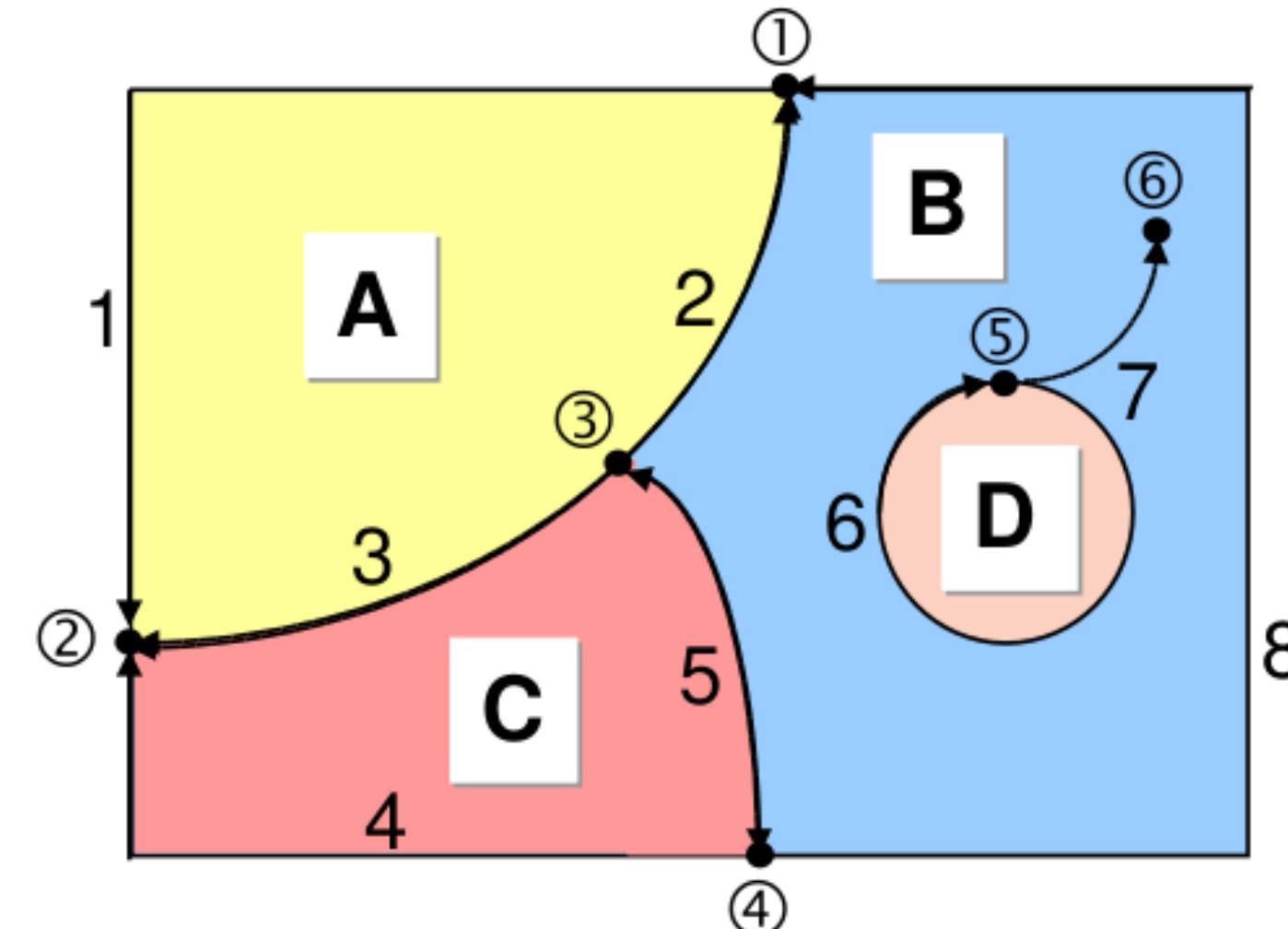
- ▶ Relations spatiales entre classes d'entités sont explicites



	numéro	localisation
point	11	XY
ligne	21	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_nY_n$
polygone	31	$X_1Y_1, X_2Y_2, \dots, X_nY_n$

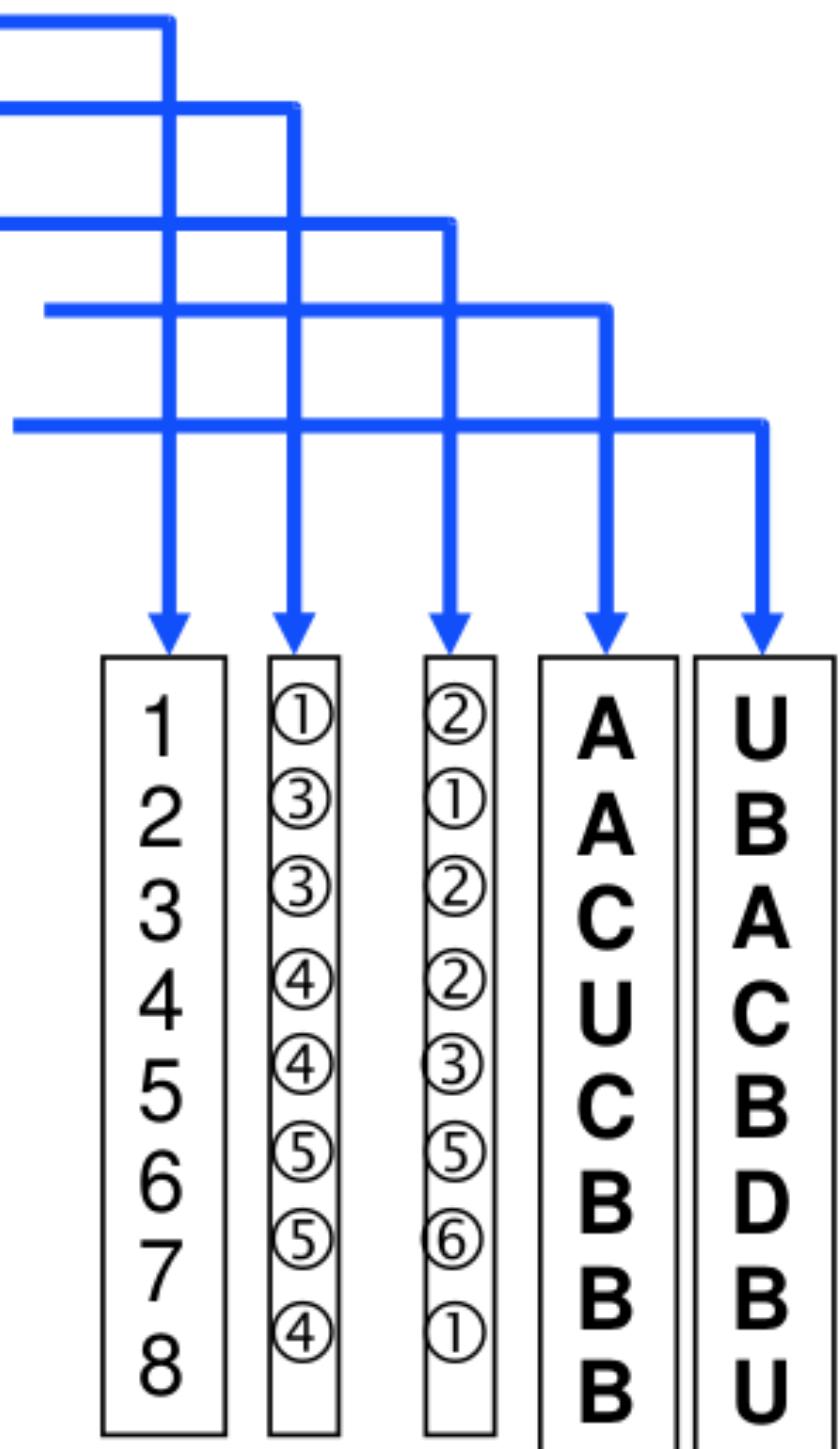
TOPOLOGIE

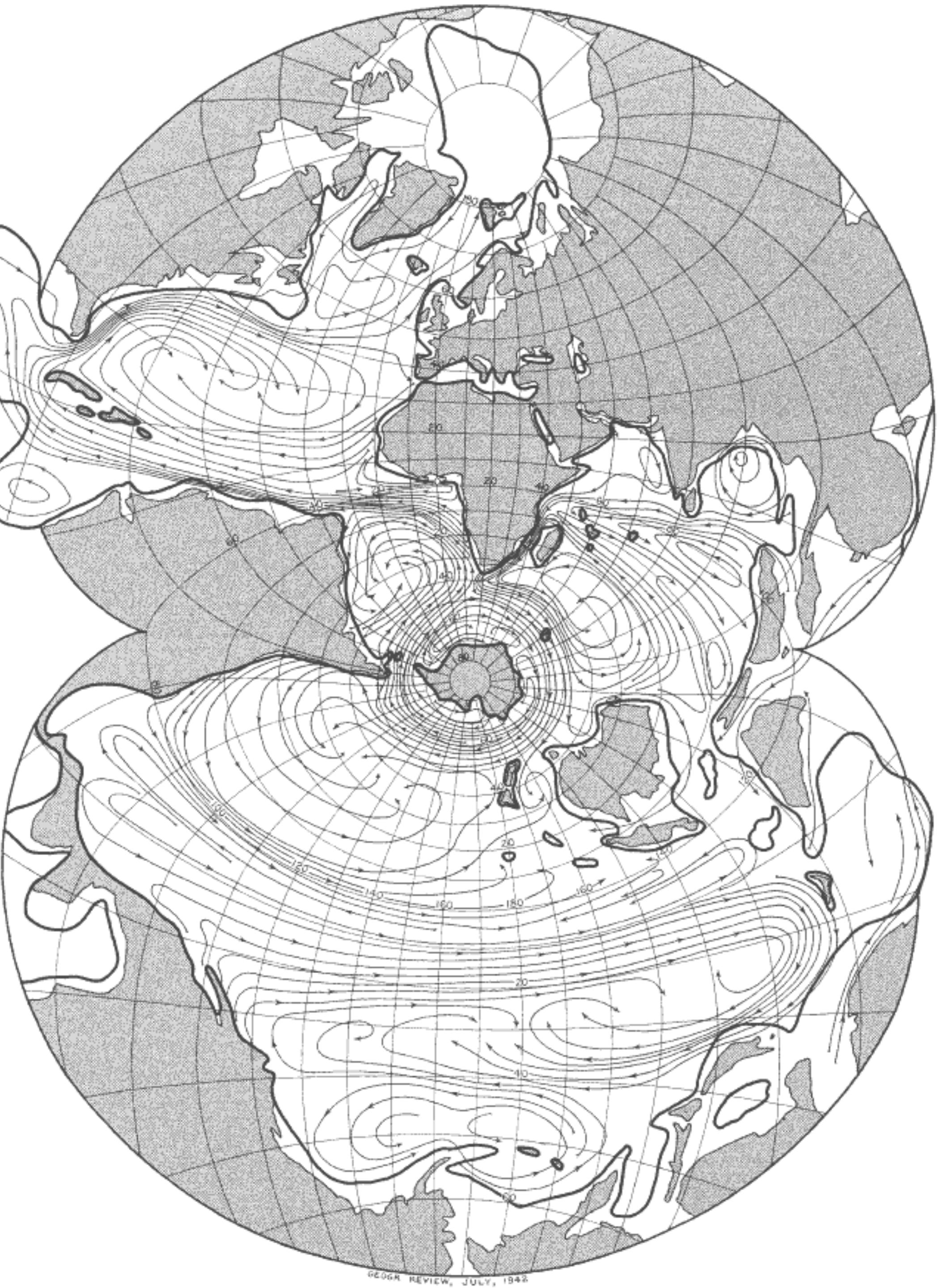
- Permet d'instrumenter des requêtes diverses
 - Quels sont mes affluents ?
 - Quel cheminement de la pollution dans un fleuve ?
 - Où fermer une vanne pour isoler tel tronçon ?



Le polygone...	est formé des arcs...
A	1,2,3
B	2,5,6,7,8
C	3,4,5
D	6

L'arc...
commence...
et finit...
a à sa gauche...
et à sa droite...



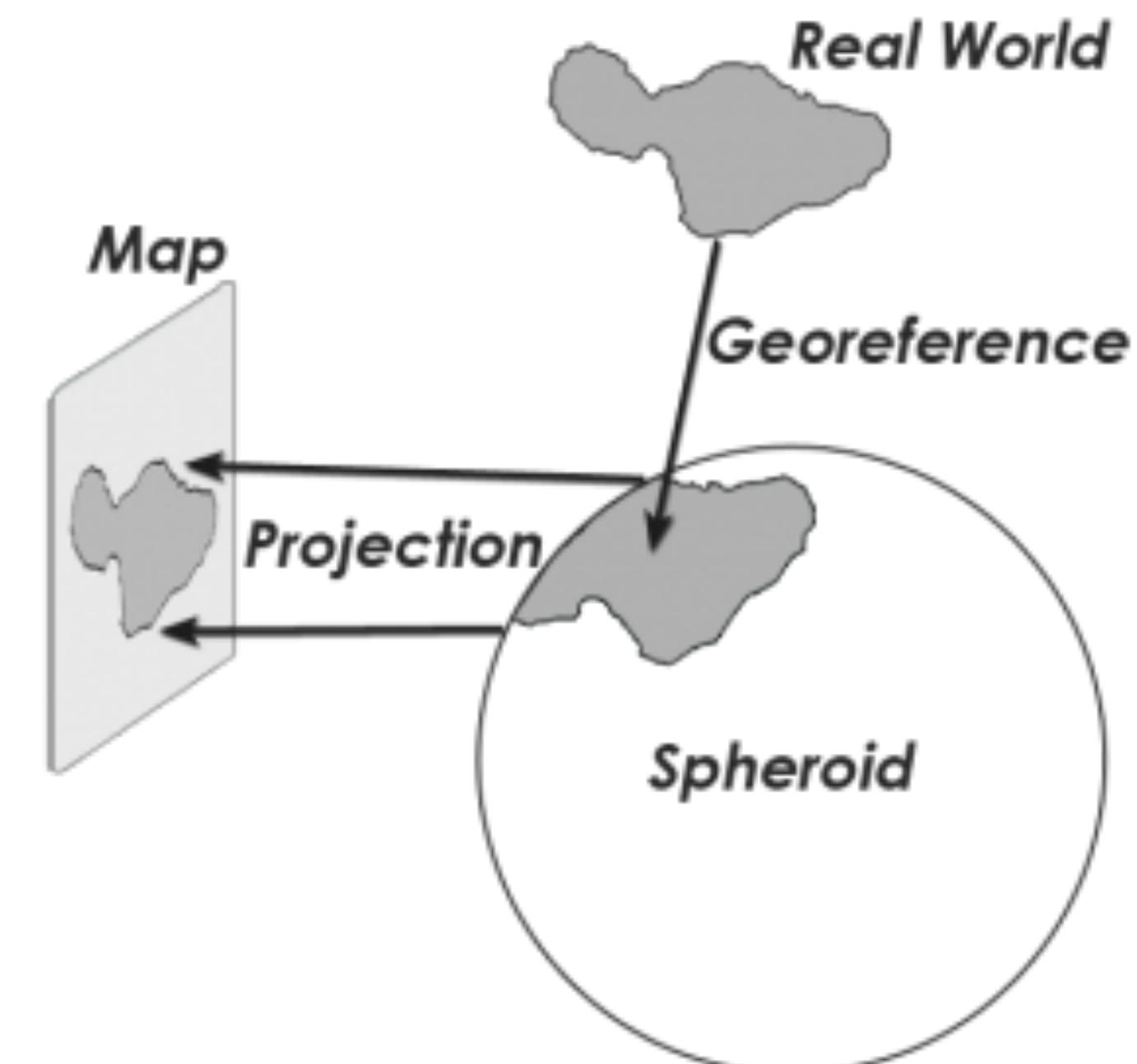


INFORMATION SPATIALE

GÉORÉFÉRENCEMENT

INTRODUCTION

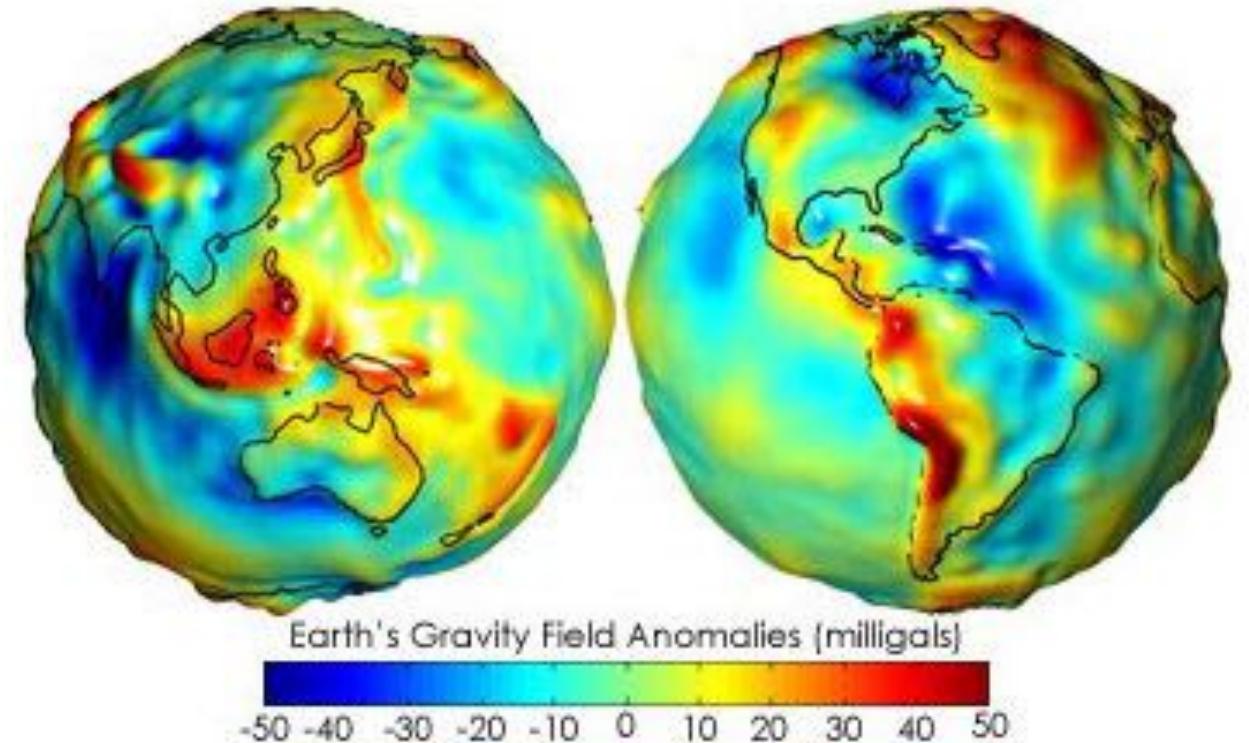
- Une donnée est **géoréférencée** lorsque ses coordonnées sont attribuées
 - ▶ Les coordonnées peuvent être exprimées en degrés, en mètres... et dans des référentiels différents
 - ▶ Un même point aura des coordonnées différentes selon le système de coordonnées utilisé
- Nécessité de construire un référentiel géodésique (passage au 2D)
 - ▶ Système de coordonnées (choix d'une ellipsoïde)
 - ▶ Choix d'une projection



NOTIONS PRÉLIMINAIRES

● Géodésie

- ▶ Science qui étudie la **forme** et les **dimensions** de la Terre, en tenant compte de son **champs de pesanteur**
- ▶ Surface de la Terre très irrégulière et complexe

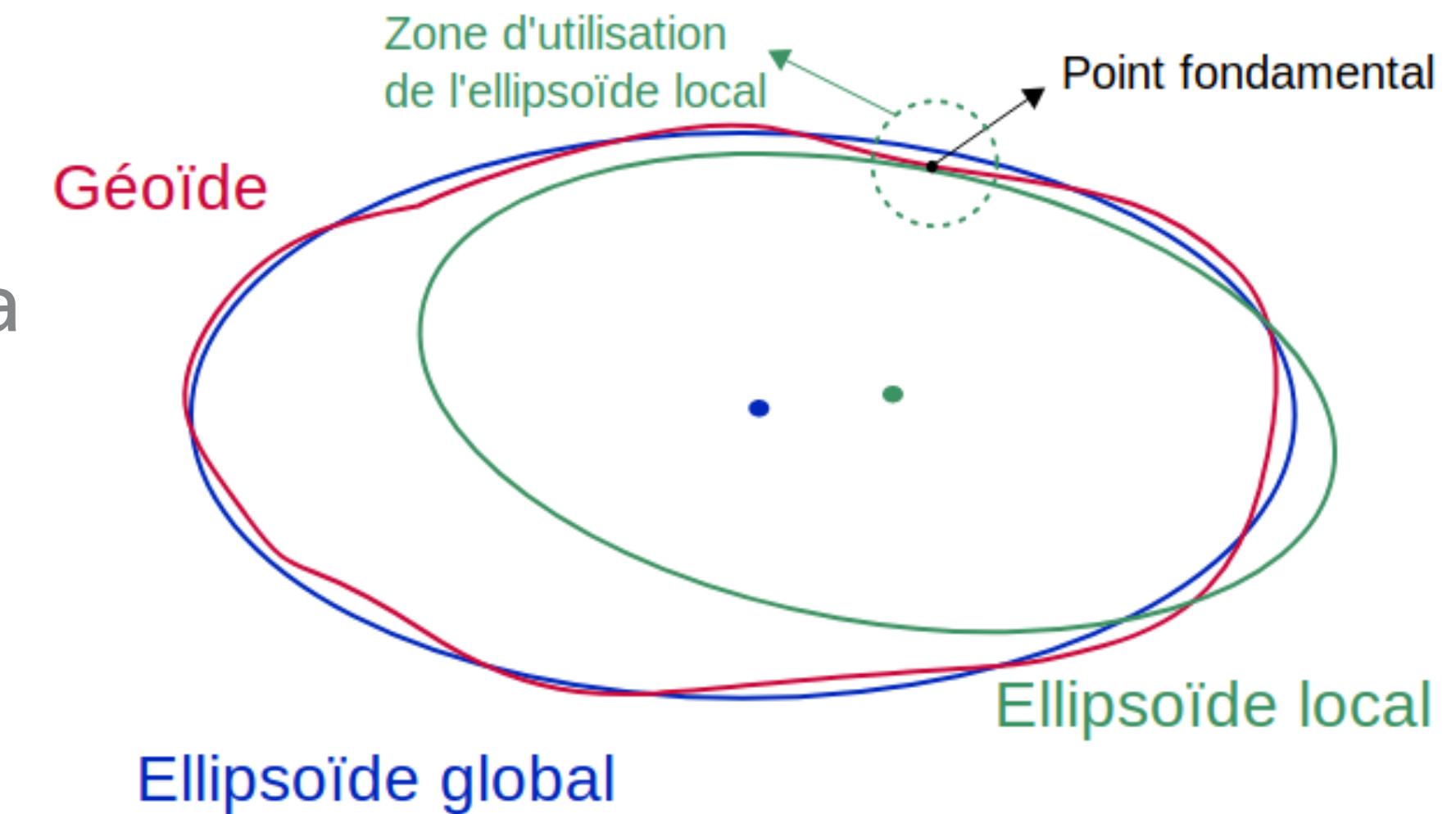


● Géoïde

- ▶ Approximation de la forme de la terre par la surface équipotentielle de gravité
- ▶ Surface perpendiculaire en tout point à la direction de la gravité

● Ellipsoïde

- ▶ Approximation mathématique du géoïde
- ▶ Référence WGS84



SYSTÈMES DE COORDONNÉES OU COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

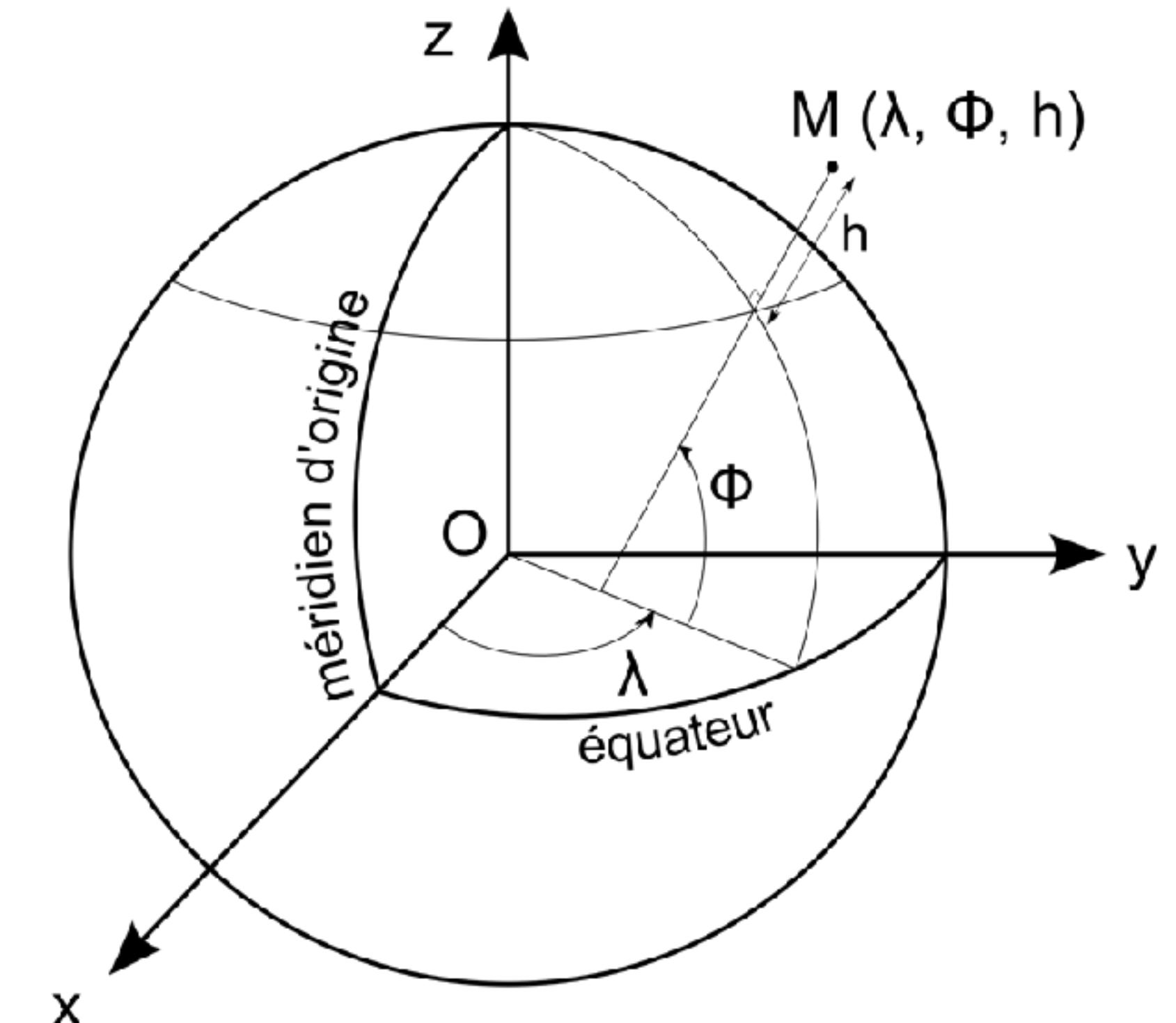
● Coordonnées sphériques

- ▶ Latitude et longitude : mesures d'angles (degrés)
- ▶ Adaptés à une zone précise ou à la Terre entière

● Recensés par l'EPSG (European Petroleum Survey Group) avec code unique

- ▶ **WGS84 (World Geodetic System 1984)**
- ▶ RGF93 (Réseau Géodésique Français 1993)
- ▶ ED50 (European Datum 1950)

Système de coordonnées	Code	Latitude (en degrés)	Longitude (en degrés)
WGS84	EPSG:4326	48,856700	2,351000
ED50	EPSG:4230	48,857615	2,352286
RGF93	EPSG:4171	48,856700	2,351000



X, Y, Z : coordonnées géocentriques

φ, λ : coordonnées géographiques

h : hauteur ellipsoïdale

SYSTÈMES DE PROJECTION

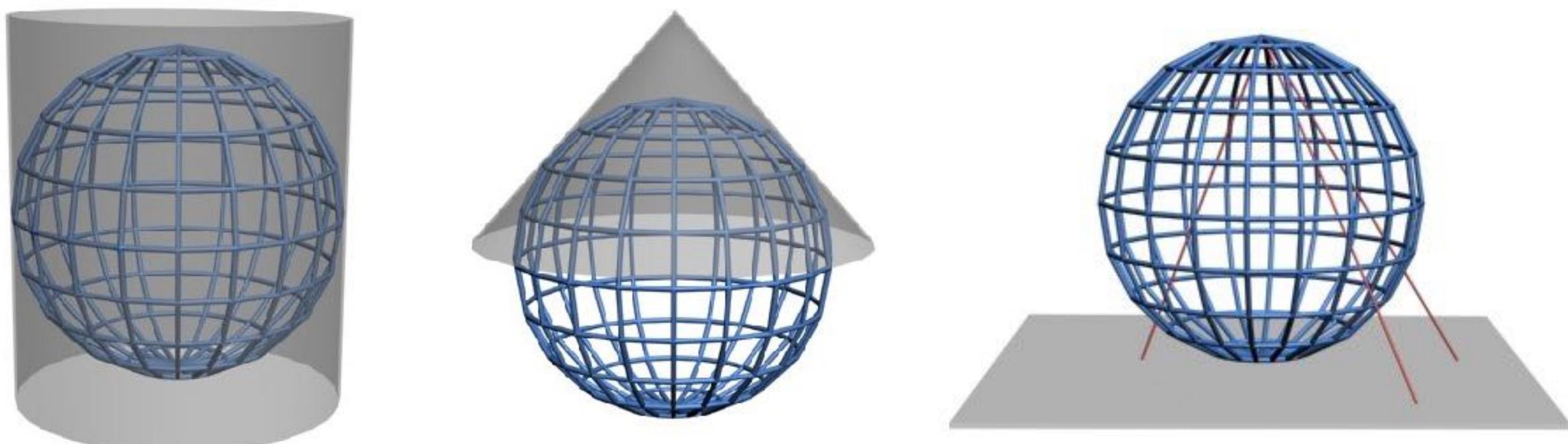
- Projection cartographique des données 3D sur une surface plane

- ▶ Des coordonnées géographiques (mesurées avec un système de référence) aux points du plan de projection
- ▶ Coordonnées projetées (unités métriques)
- ▶ Pourquoi ? Valeurs métriques, évaluation des distances



- Types de projections

- ▶ Cylindriques
- ▶ Coniques
- ▶ Azimutales



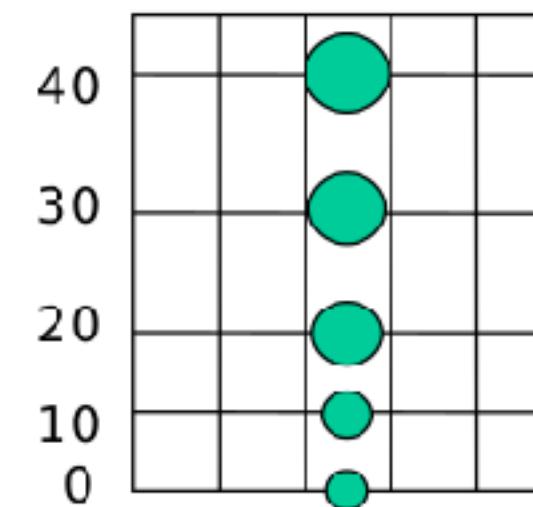
SYSTÈMES DE PROJECTION

● Propriétés et déformations

- ▶ Équivalente : conserve les surfaces
- ▶ Conforme : conserve les angles
- ▶ Aphylactique : conserve les distances sur les méridiens

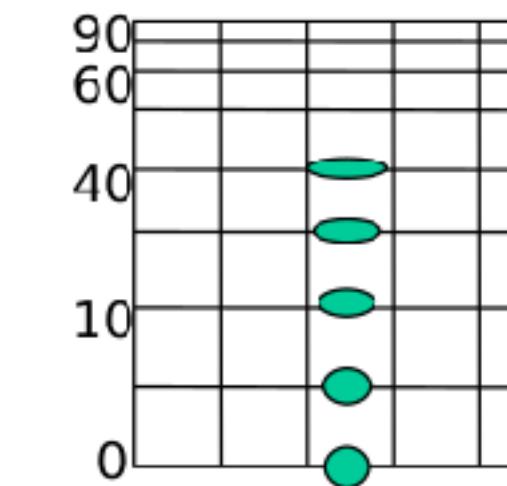


Jamais les deux !



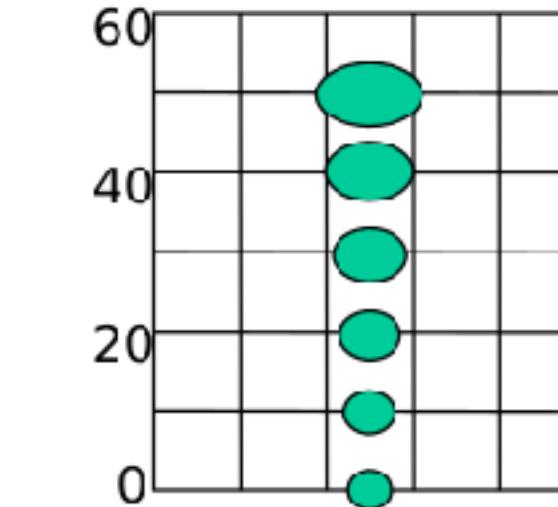
Projection
conforme

- Angles conservés



Projection
équivalente

- Surfaces conservées

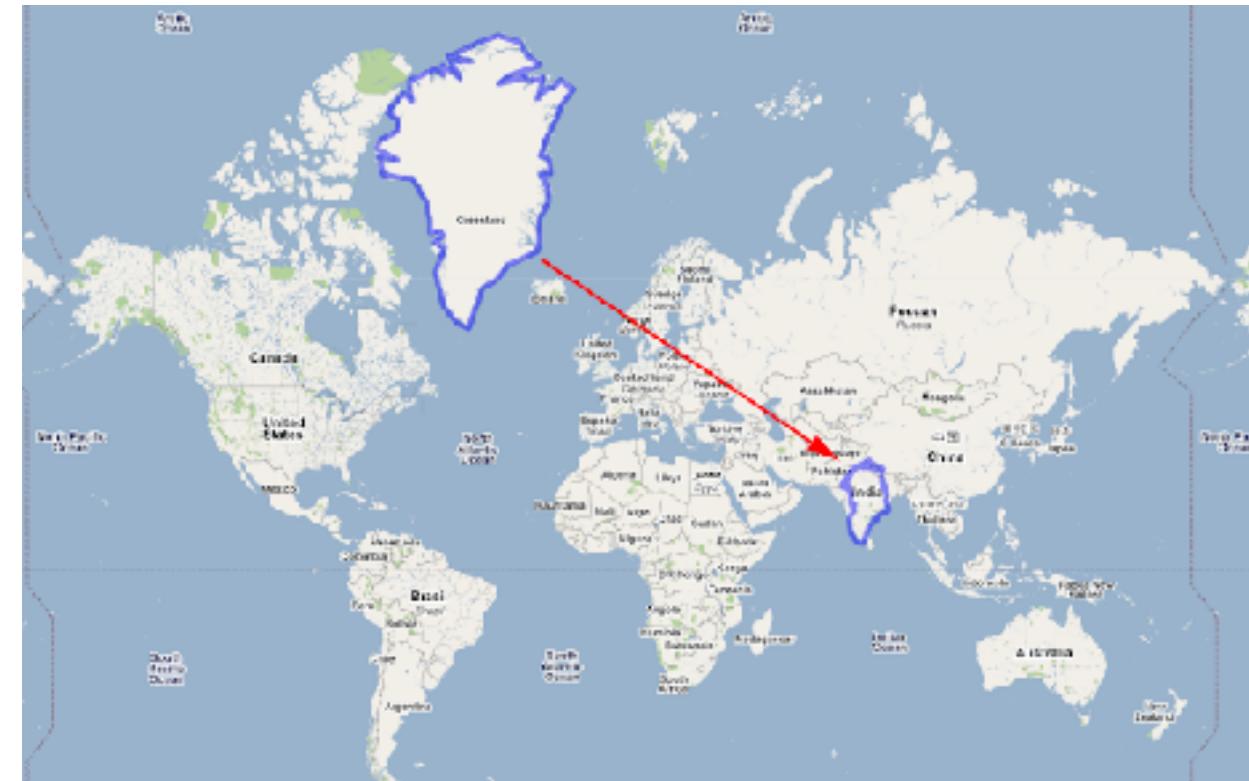
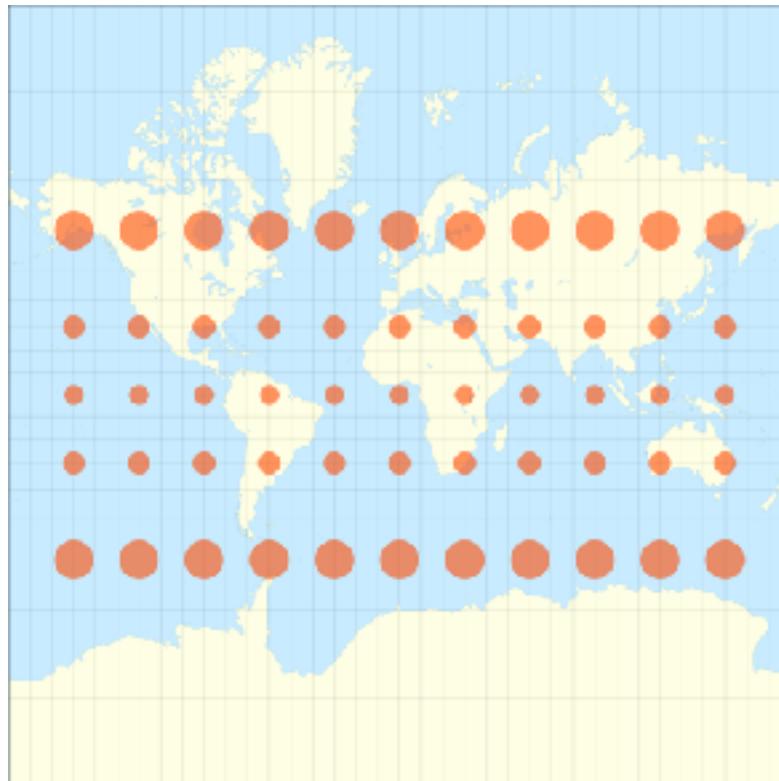


Projection
aphylactique

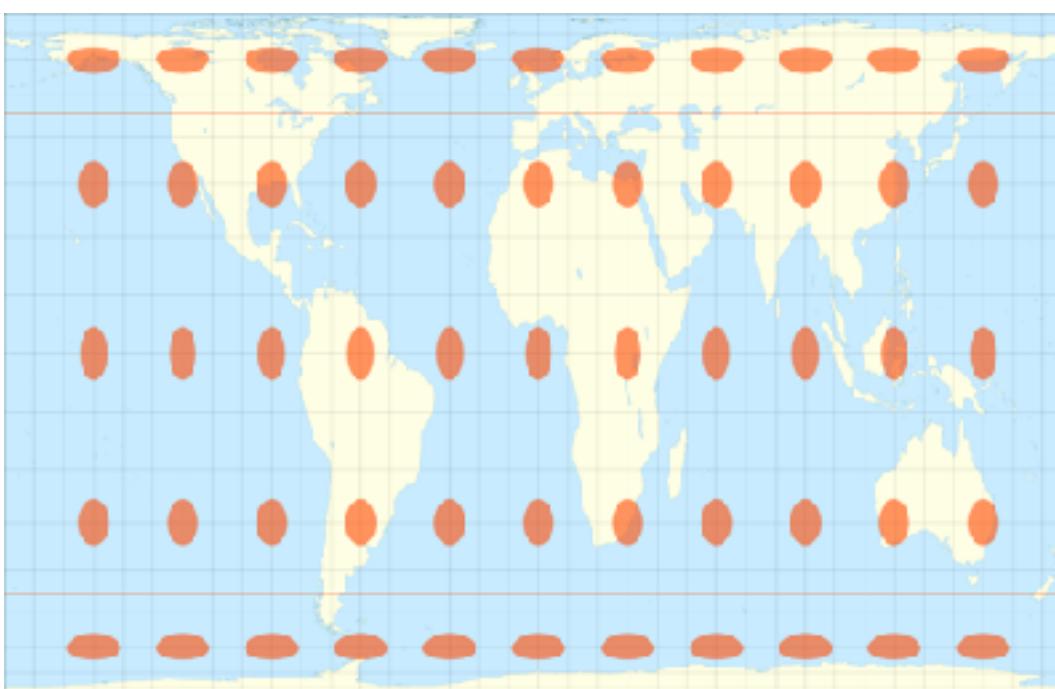
- Intermédiaire

SYSTÈMES DE PROJECTION

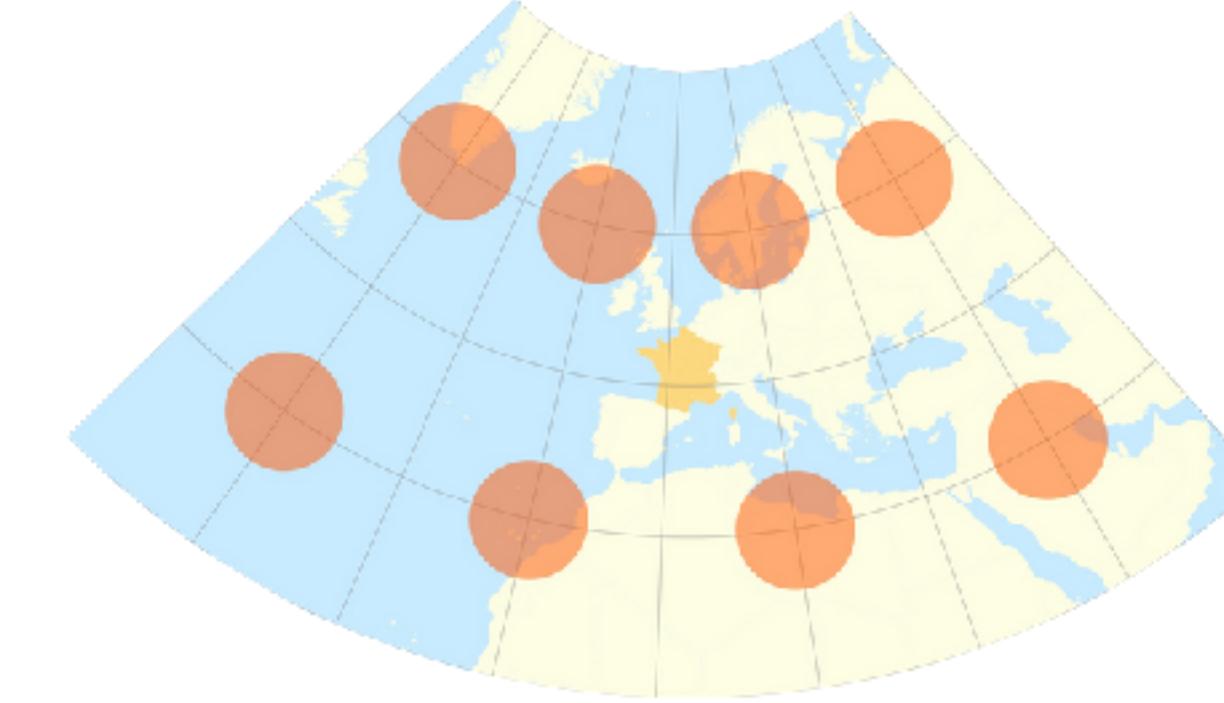
- Projection cylindrique conforme de Mercator



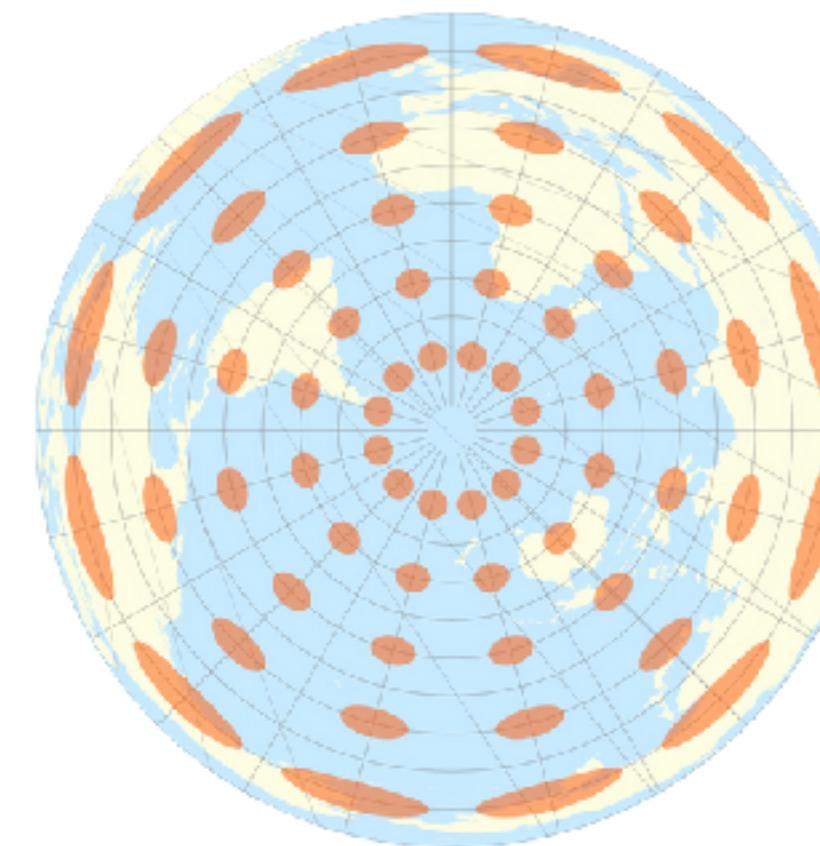
- Projection cylindrique équivalente de Peters



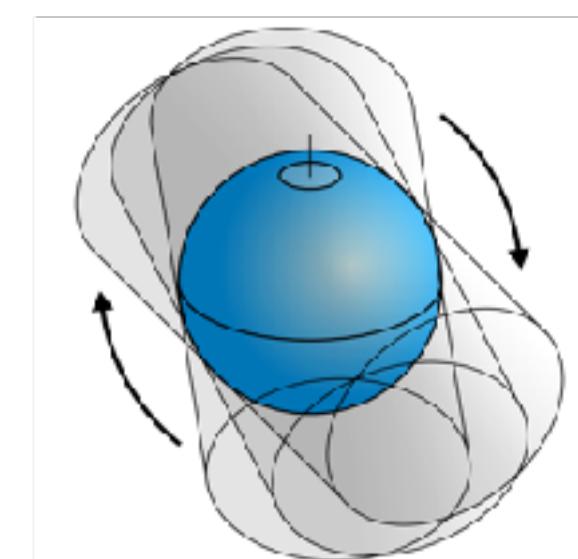
- Projection conique conforme de Lambert



- Projection azimutale équidistante du pôle sud

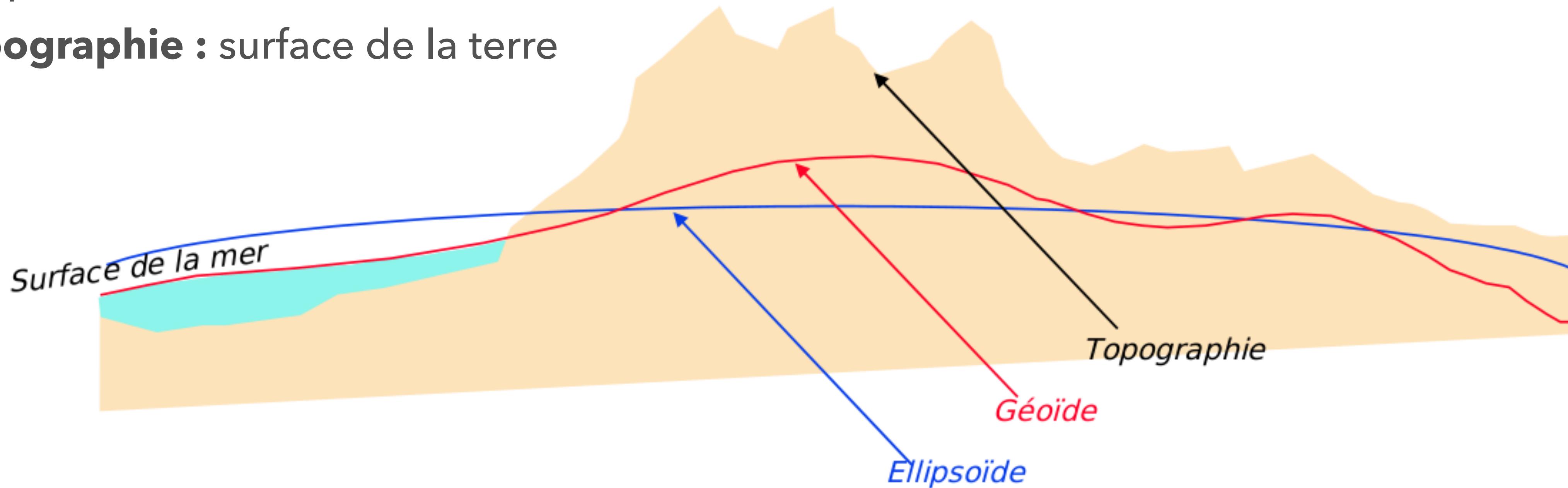


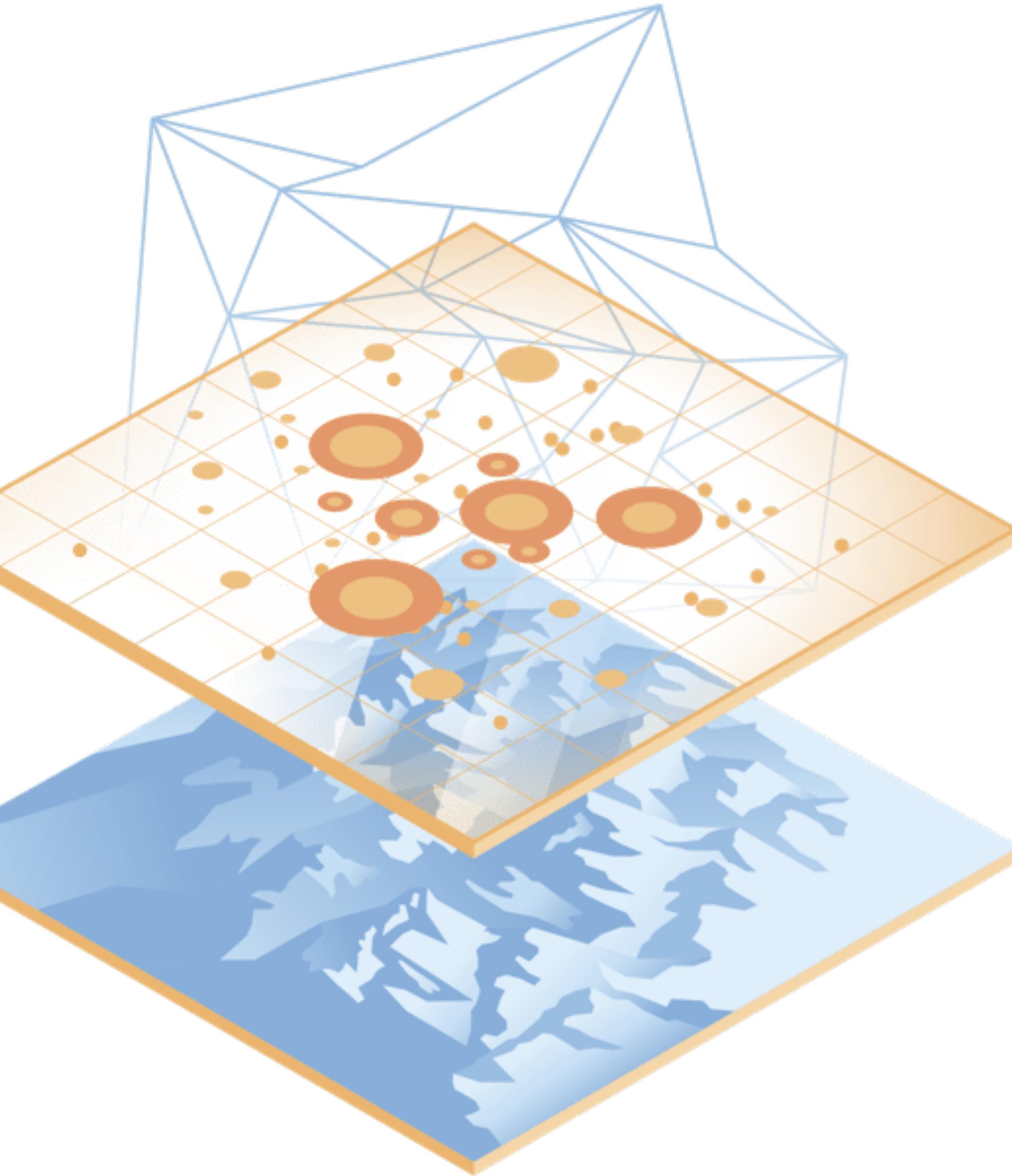
- Projection Transverse Universelle de Mercator (UTM)



CONCLUSION

- **Géoïde (référentiel)** : surface équipotentielle du champ de gravité
- **Ellipsoïde** : surface mathématique de référence ajustée au géoïde
- **Projection** : représentation plane de l'ellipsoïde
- **Topographie** : surface de la terre





INFORMATION SPATIALE

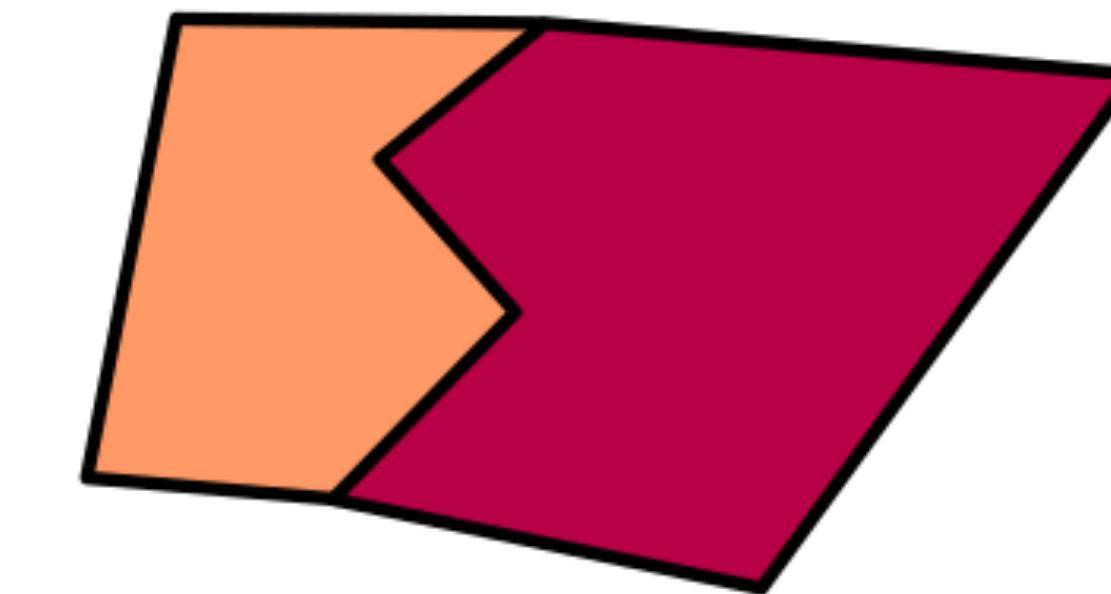
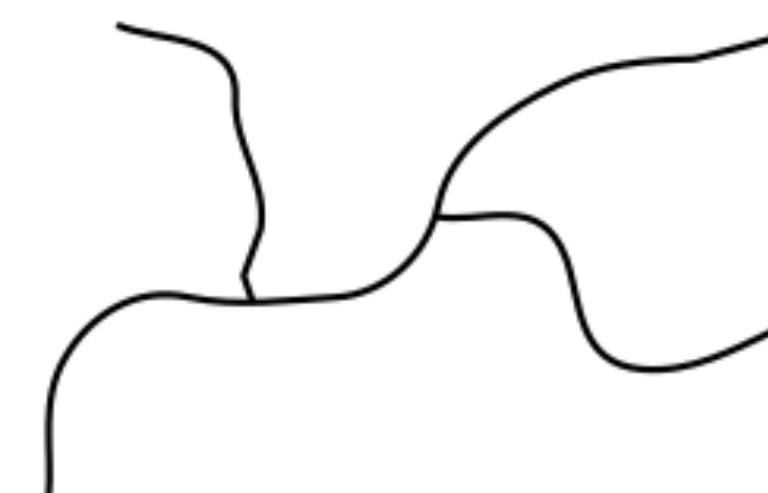
ANALYSE SPATIALE

OPÉRATIONS SUR DONNÉES VECTEUR ET RASTER

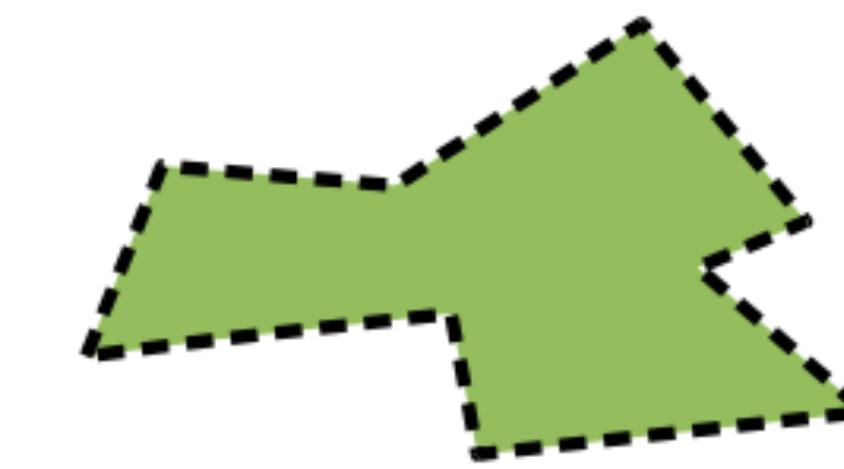
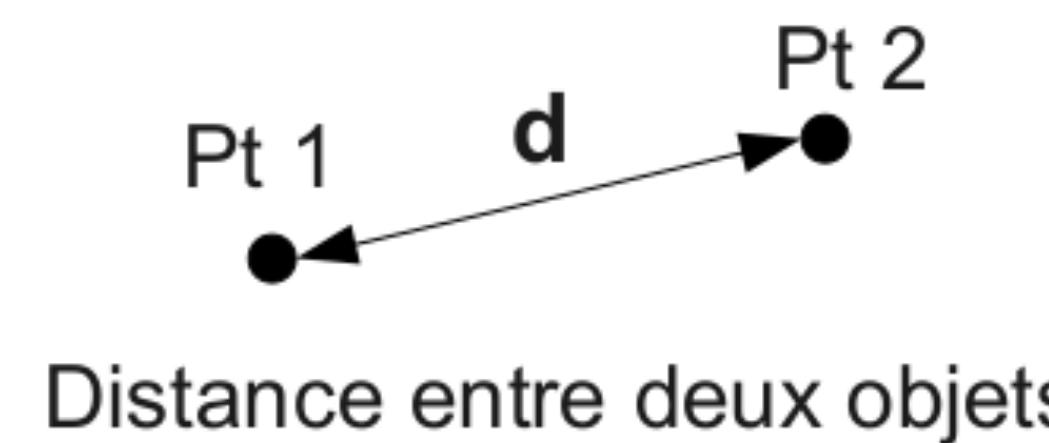
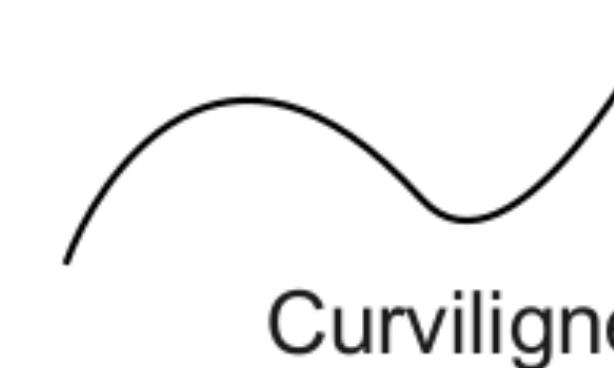
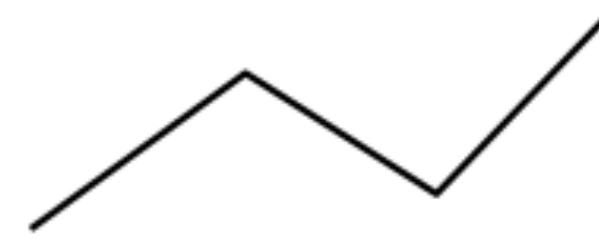
- **Opérations sur données vecteur**
- **Opérations sur données raster**
- **Croiser vecteur et raster**
- Sélection d'éléments répondant à un ou plusieurs critères
 - ▶ e.g. communes dont la population est supérieure à 10 000 habitants, communes à l'intérieur d'un département
- Croiser spatialement des données et créer des données à partir d'autres données
 - ▶ découpage d'une couche vecteur
 - ▶ intersection de deux couches
 - ▶ création de zones tampon
 - ▶ découpage d'une couche raster
 - ▶ création de courbes de niveau à partir d'un MNE
 - ▶ calcul de pente à partir d'un MNE
 - ▶ calcul de la valeur d'un point en fonction d'un raster

OPÉRATEURS DE MESURE

- Comptage des entités présentes dans une couche



- Calcul des longueurs, des distances, des surfaces



Périmètre, Surface

OPÉRATEURS DE SÉLECTION

À l'écran

Objets géométriques

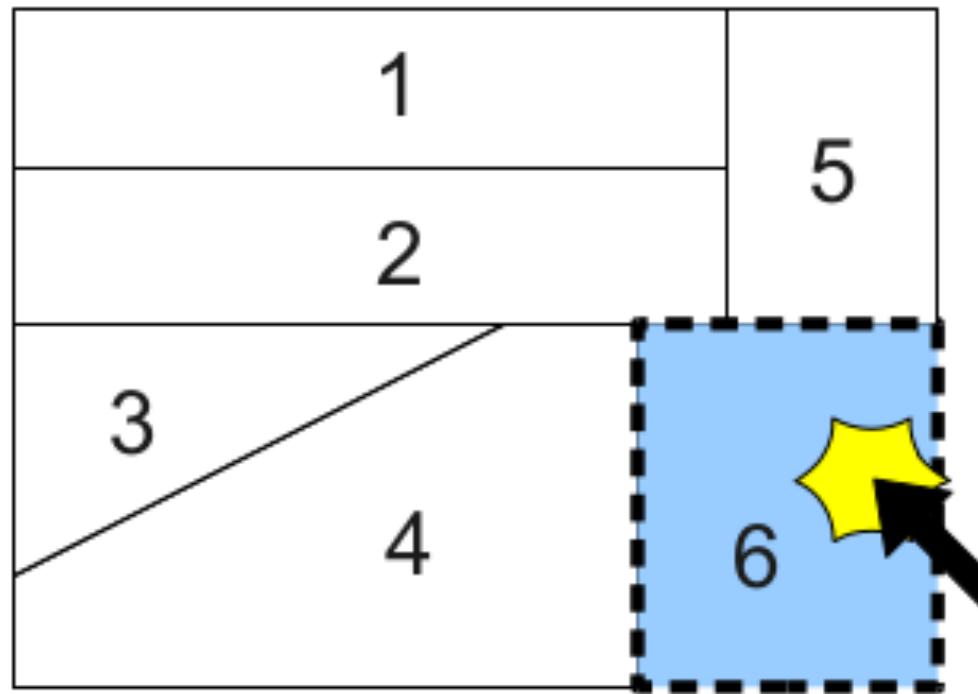


Table attributaire

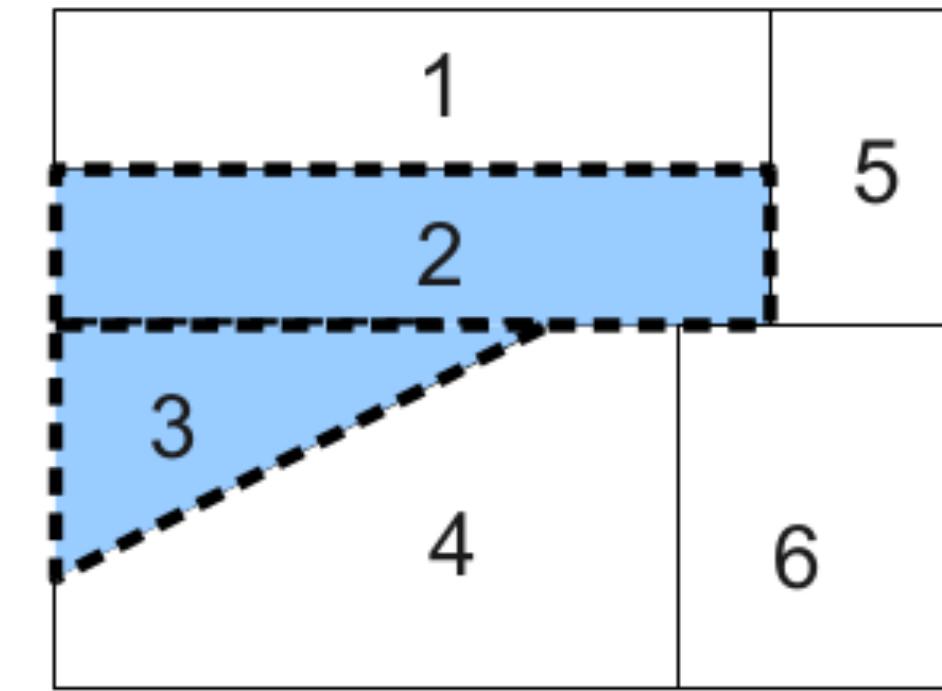
Identifiant	Attribut 1	Attribut 2
1	A	3
2	B	3
3	B	2
4	A	4
5	D	1
6	C	7

Attributaire

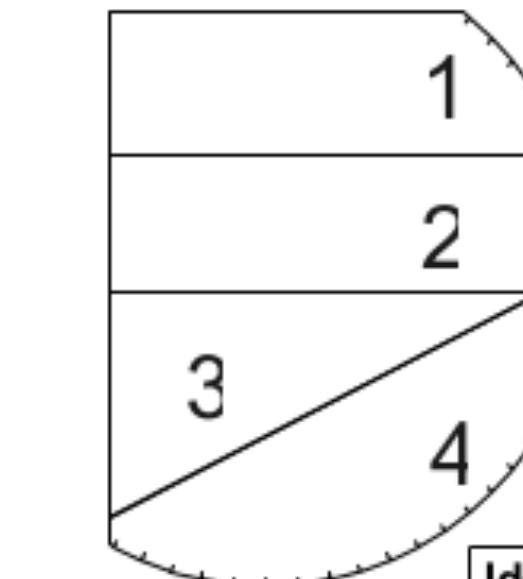
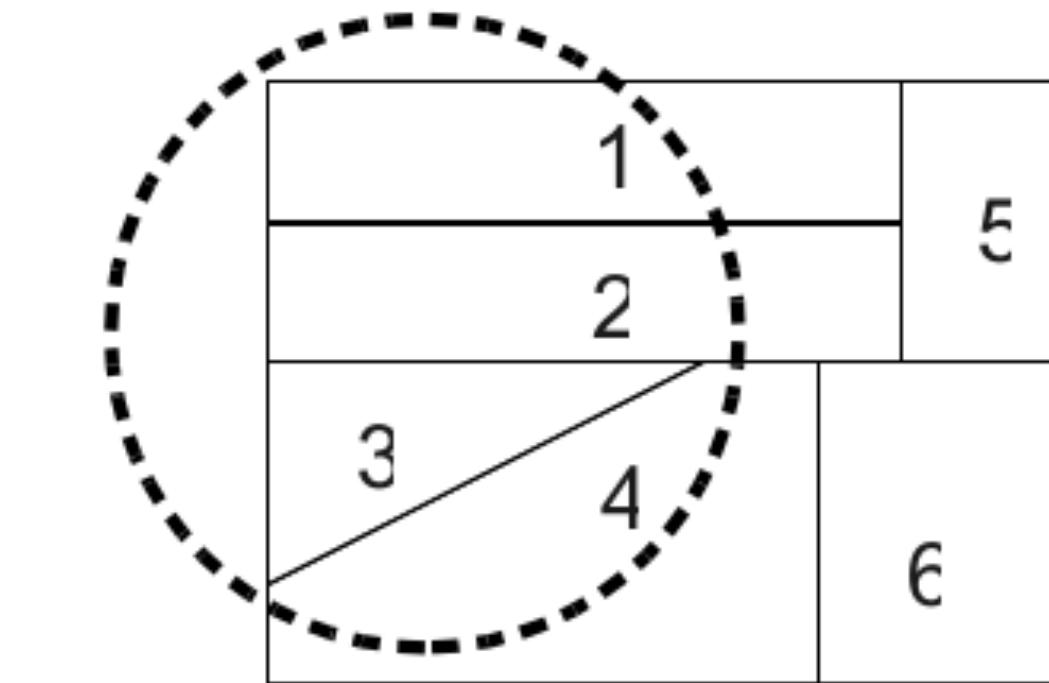
"Attribut" = 'B'

Requête SQL

Identifiant	Attribut 1	Attribut 2
1	A	3
2	B	3
3	B	2
4	A	4
5	D	1
6	C	7



Spatiale, topologique

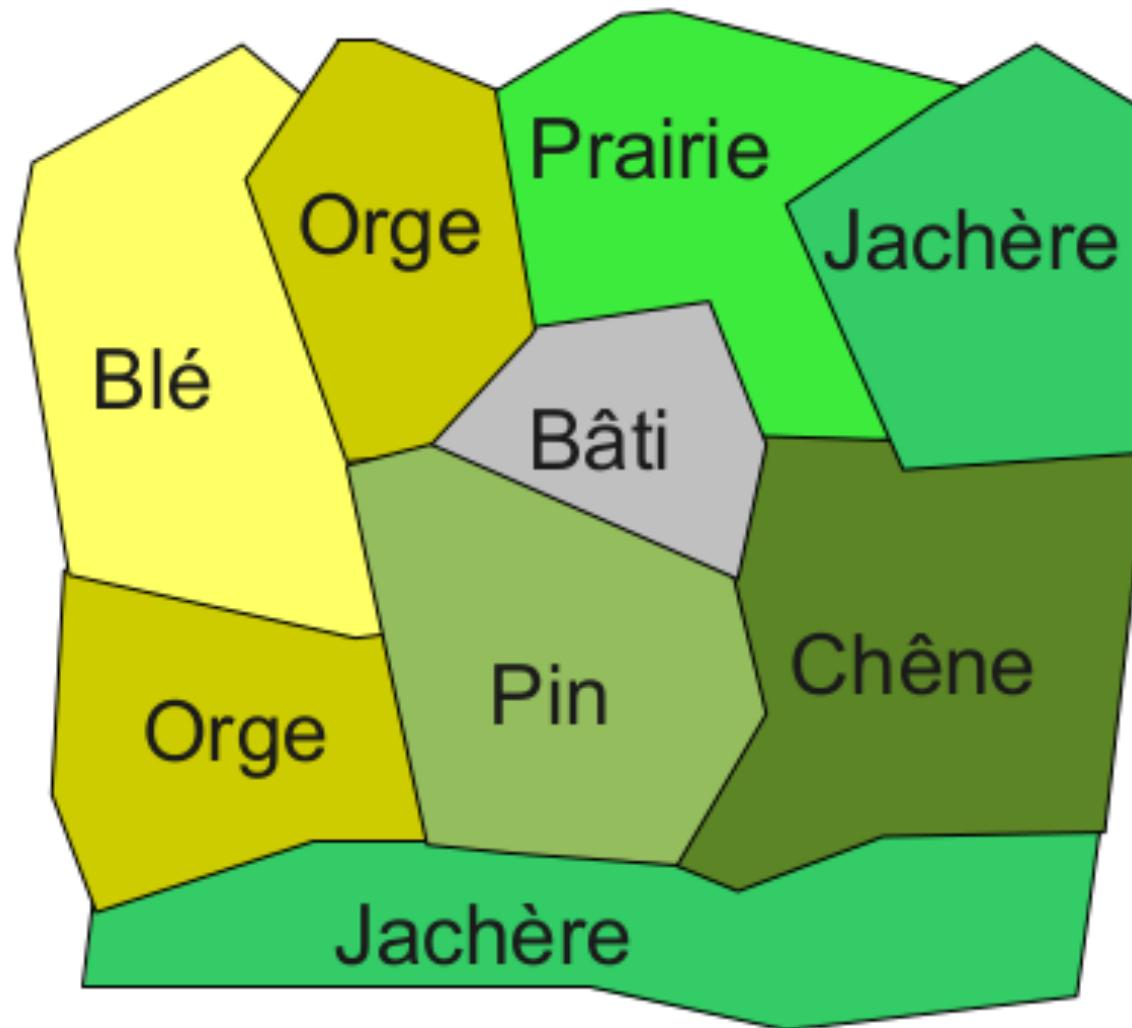


Sélection par localisation

Couche de départ :	Point	Linéaire	aire	Multi	Point	Linéaire	aire	Multi
Couche de référence :	•••	—	○○	—	•••	—	○○	—
A l'intérieur	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓
Chevauche	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Croise	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗
Contient	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗
Est disjoint	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Est égal	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Intersecte	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Touche	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓

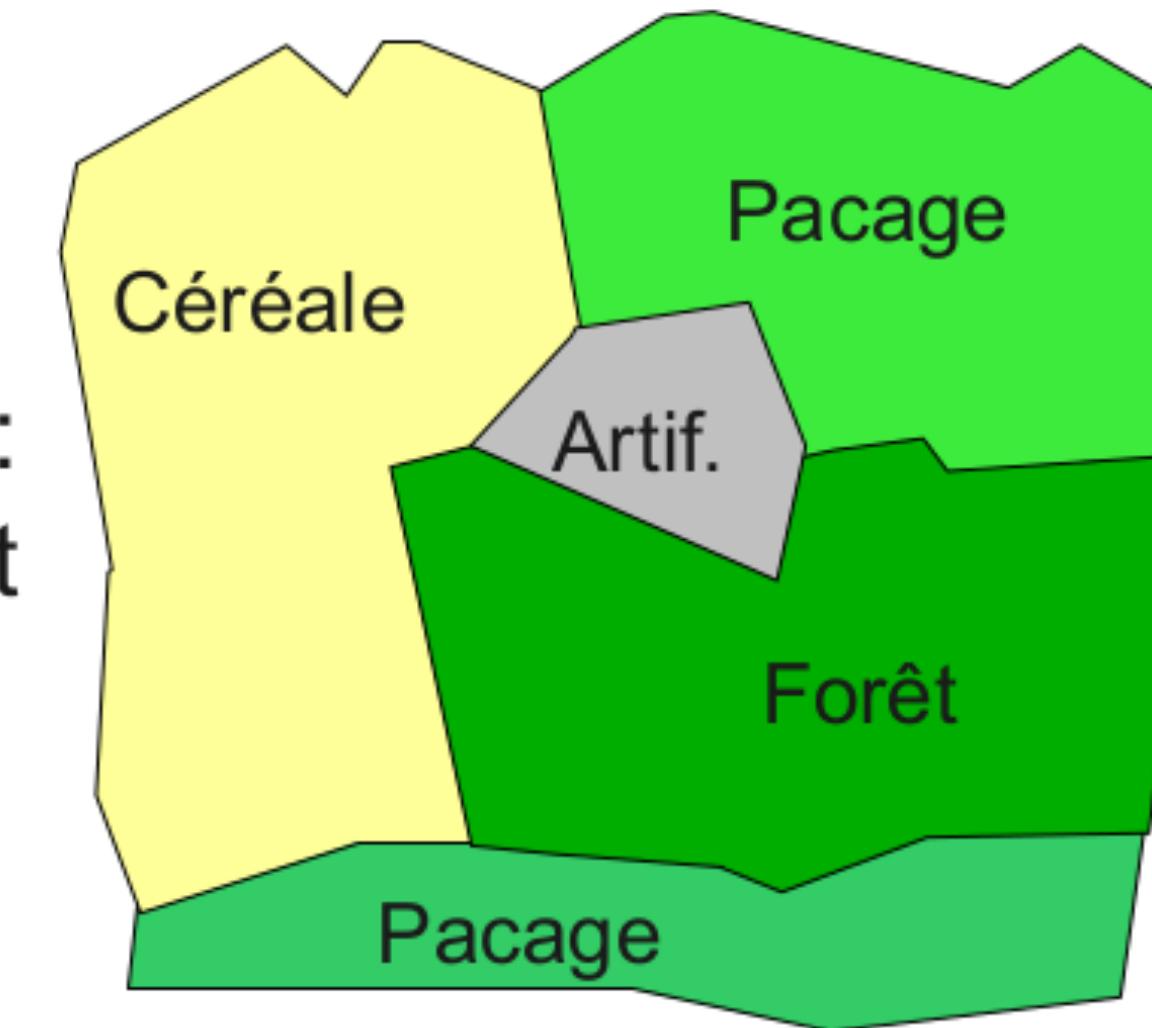
Identifiant	Attribut 1	Attribut 2
1	A	3
2	B	3
3	B	2
4	A	4
5	D	1
6	C	7

OPÉRATEURS D'AGGRÉGATION

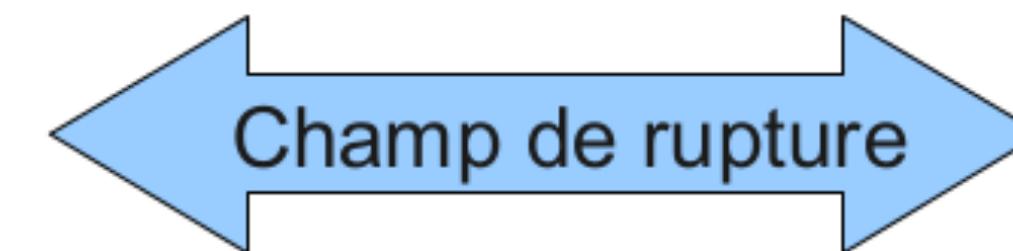


Dissolution des limites :

- même valeur d'attribut
- contiguïté spatiale



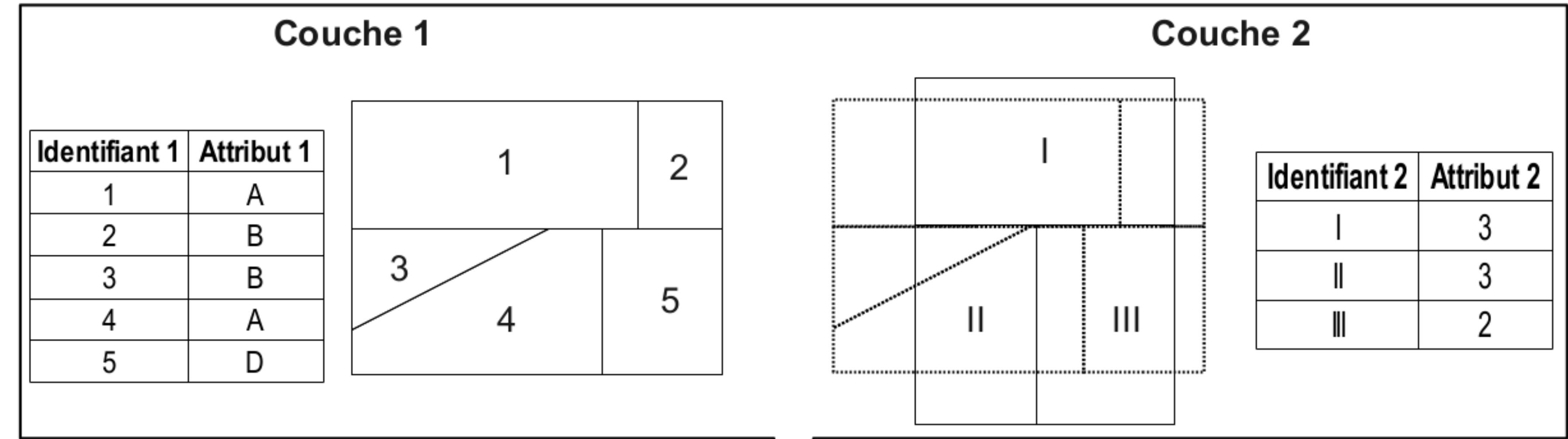
Id	Occ-Sol	Cat Occ Sol
1	Blé	Céréale
2	Orge	Céréale
3	Jachère	Pacage
4	Chêne	Forêt
5	Bâti	Artificielle
6	Orge	Céréale
7	Prairie	Pacage
8	Jachère	Pacage
9	Pin	Forêt



Id	Cat Occ Sol
1	Céréale
2	Pacage
3	Artif.
4	Forêt
5	Pacage

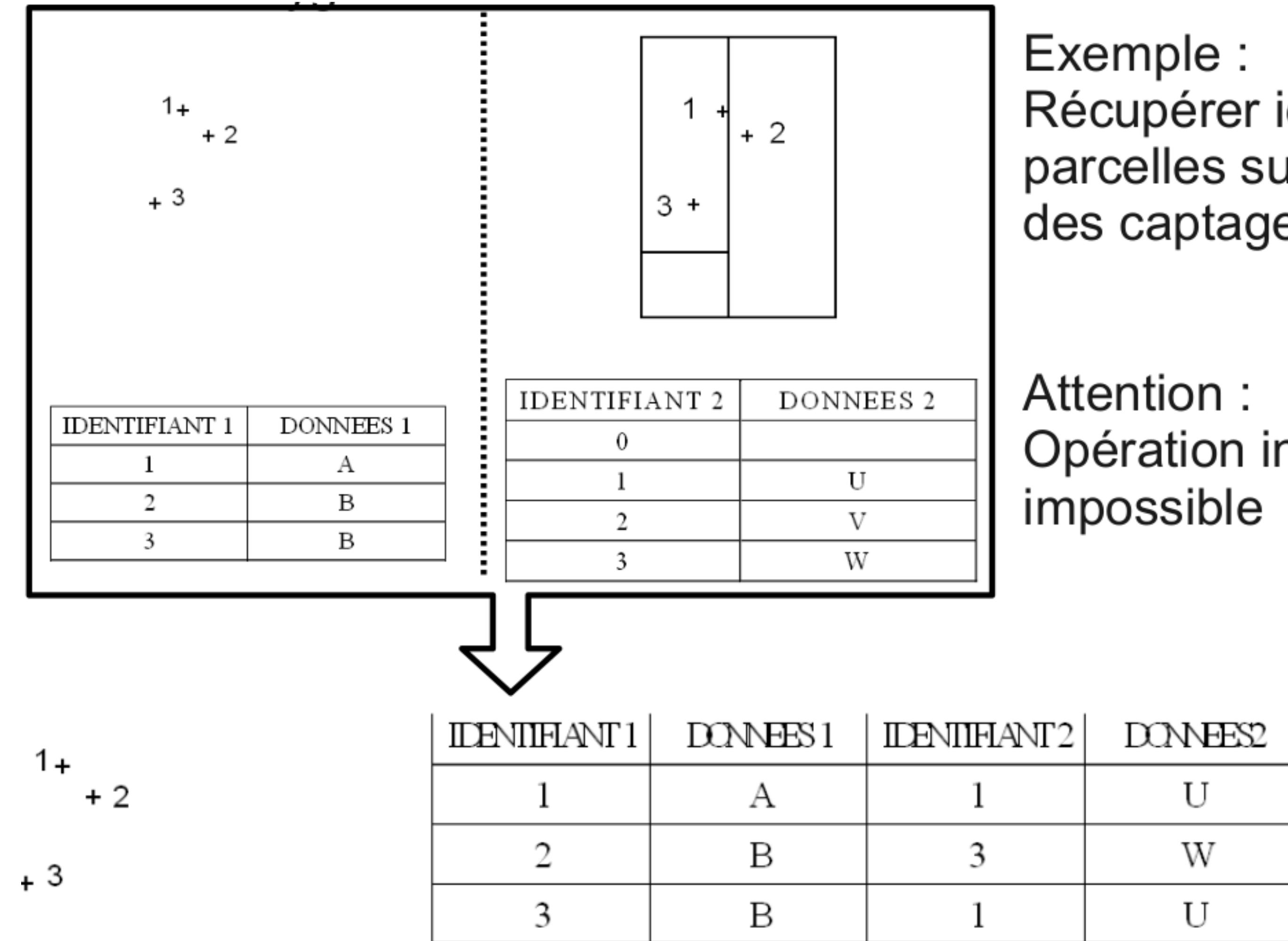
OPÉRATEURS D'INTERSECTION

- Référentiels géographiques communs
- Micropolygones parasites pouvant être générés par le croisement



OPÉRATEURS D'INTERSECTION

- Points et polygones

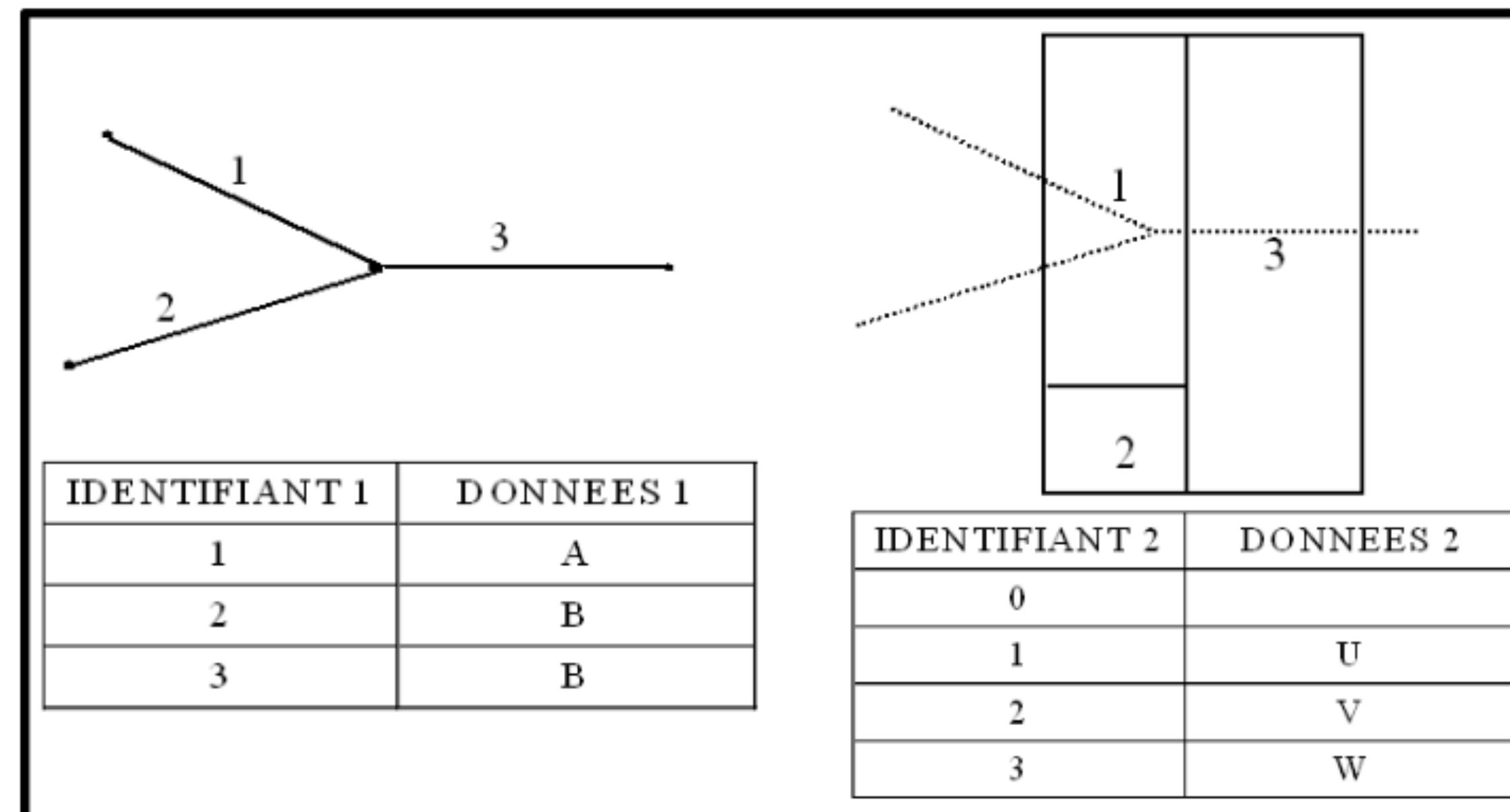


Exemple :
Récupérer identifiants de
parcelles sur une couche
des captages d'eau

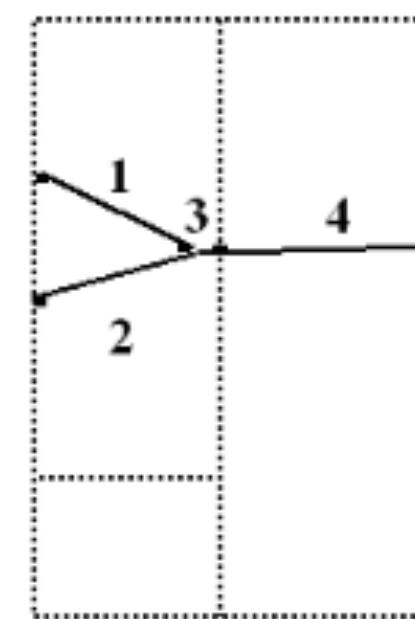
Attention :
Opération inverse
impossible

OPÉRATEURS D'INTERSECTION

- Lignes et polygones



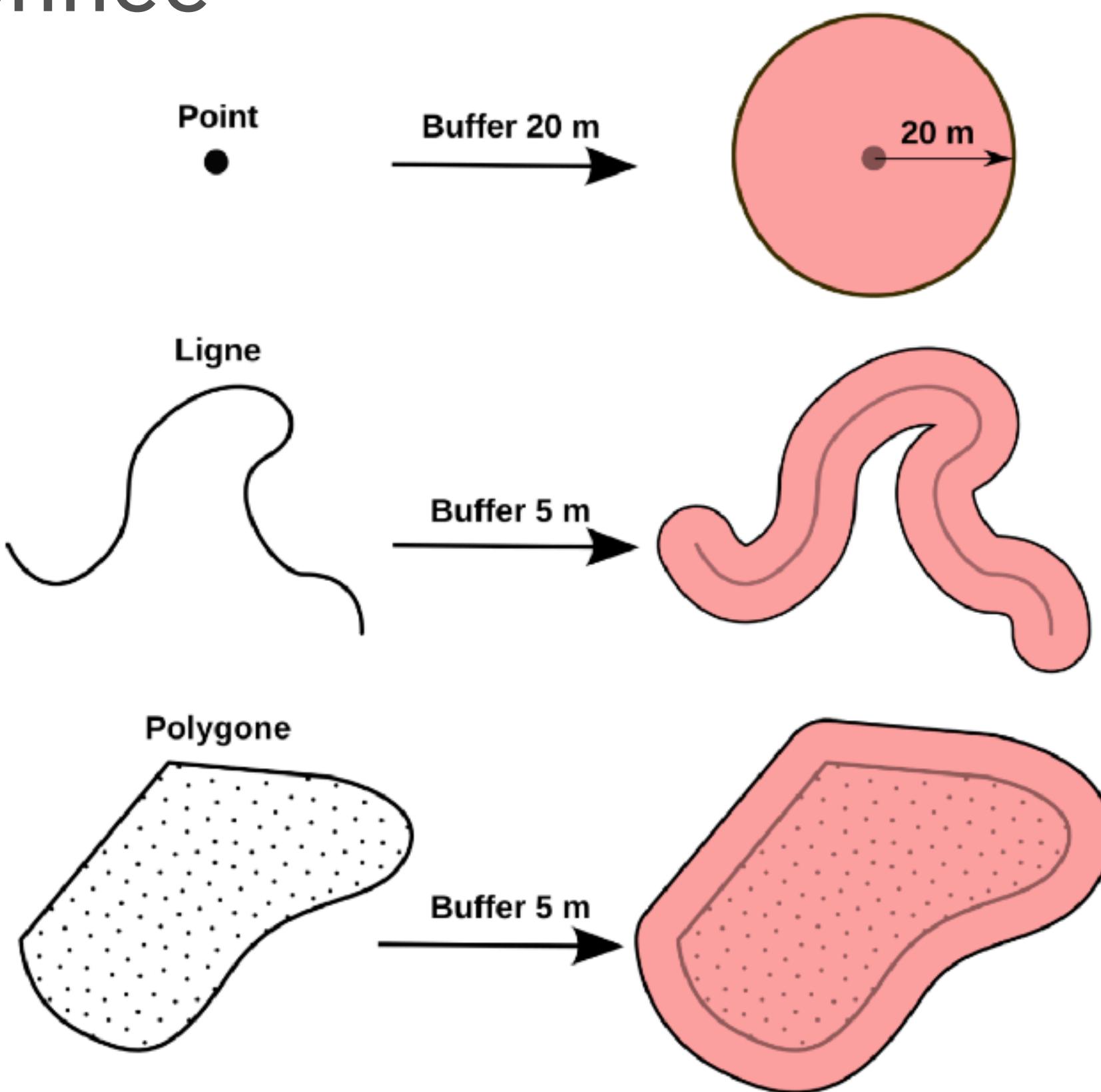
Exemple :
 Associer aux tronçons de voirie (polylignes)
 l'identifiant de leur commune (polygones)
 --> Calcul de statistiques communales pour la gestion de la voirie



IDENTIFIANT	IDENTIFIANT 1	DONNEES 1	IDENTIFIANT 2	DONNEES 2
1	1	A	1	U
2	2	B	1	U
3	1	A	1	U
4	3	B	3	W

OPÉRATEURS DE DISTANCE

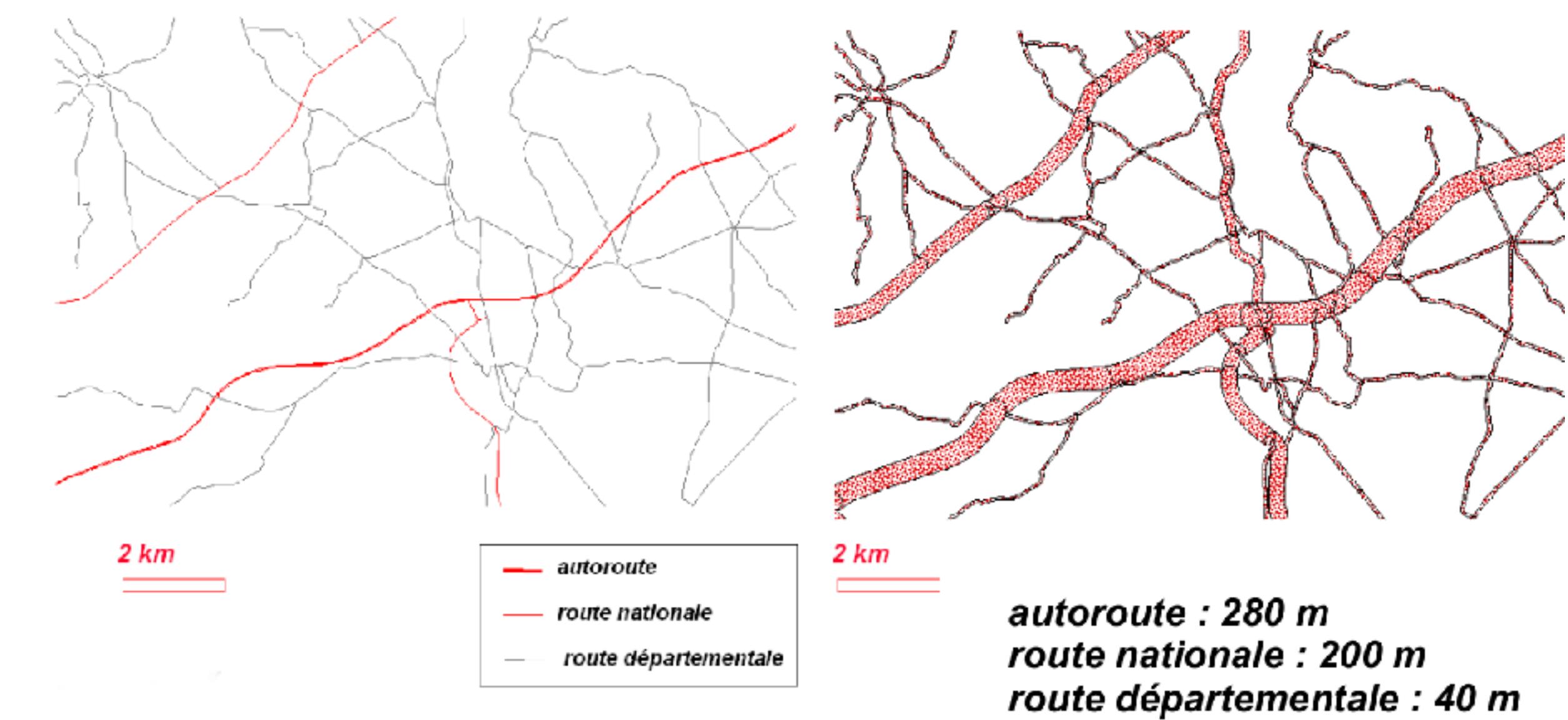
- **Buffer** : zone épousant la forme des objets d'une couche, d'une largeur donnée



- ▶ Réalisation d'un buffer pour montrer une zone inondable autour du lit d'une rivière



- ▶ Buffer à largeur variable pour l'étude des nuisances liées au réseau routier



OPÉRATEURS RASTER

• Locaux

- $z = z(\{z_i\}$ en ce point)

$$\blacksquare = f(\square \square \square)$$

• Focaux

- $z = z(\{z_i\}$ en ce point et en ses voisins)

$$\blacksquare = f(\downarrow \downarrow \downarrow)$$

• Incrémentaux

- $z = z(\{z_i\}$ sommés le long d'un trajet jusqu'à ce point)

$$\blacksquare = f(\square \xrightarrow{\text{curve}})$$

• Zonaux

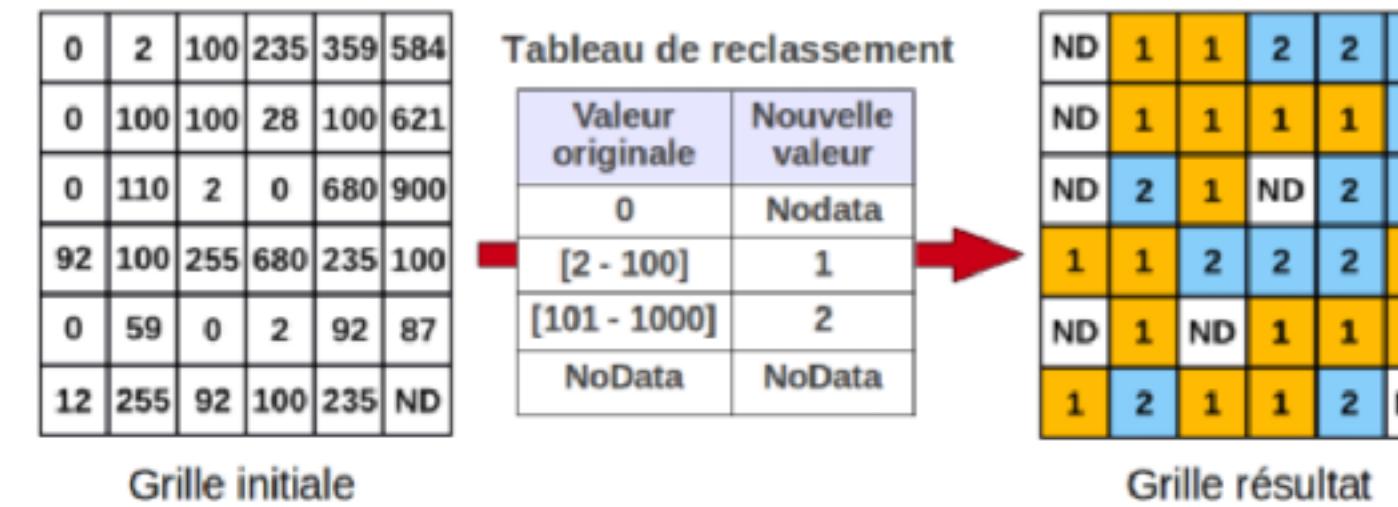
- $z = z(\{z_i\}$ appartenant à la même zone)

$$\blacksquare = f(\text{blob})$$

OPÉRATEURS LOCAUX

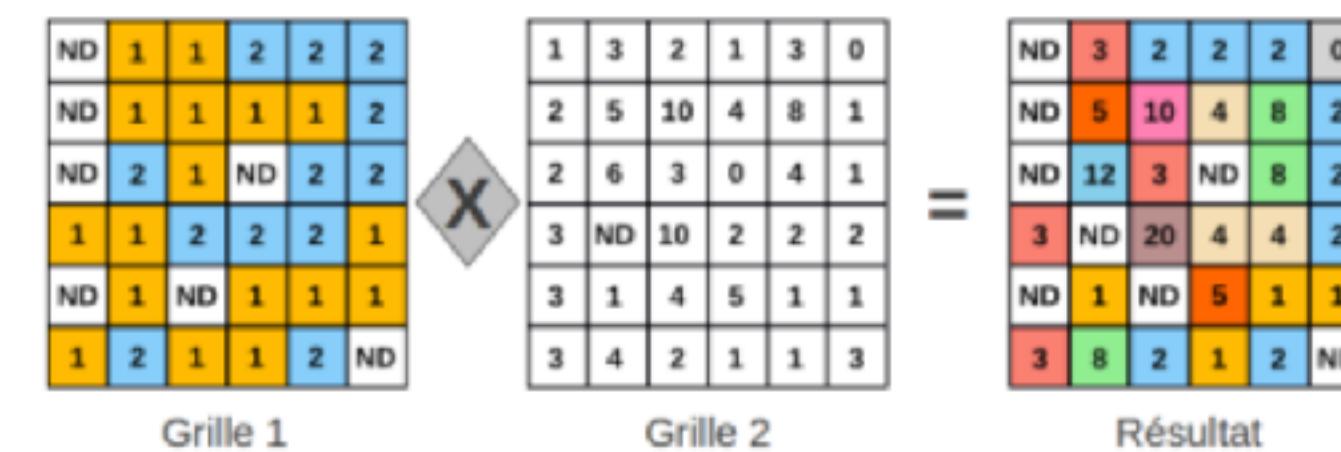
• Reclassement de valeurs

- ▶ Valeur unique
- ▶ Intervalles



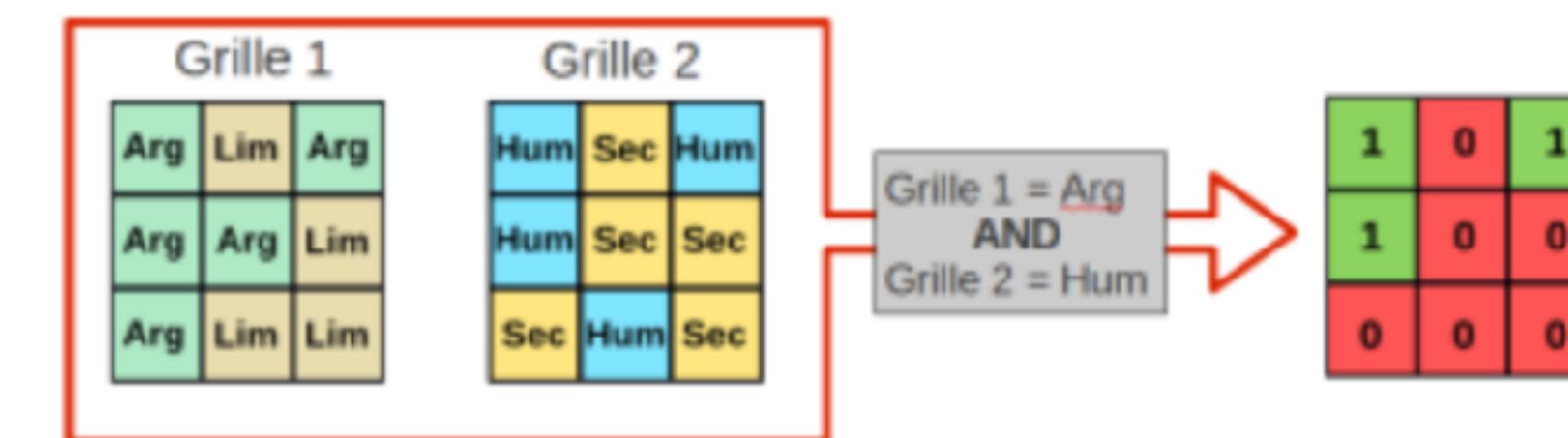
• Fonctions arithmétiques

- ▶ Croisement entre couches



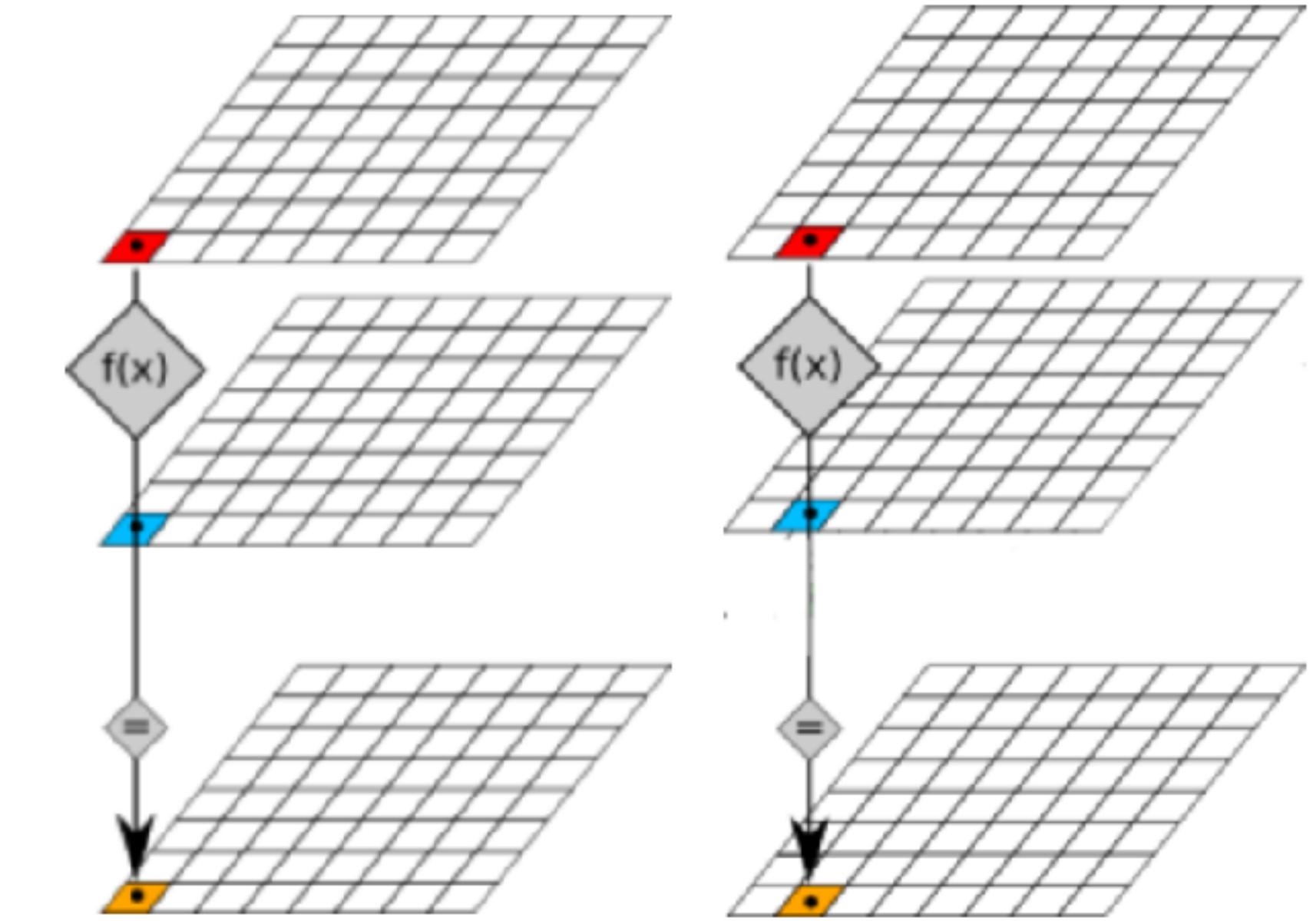
• Fonctions statistiques

- ▶ Comparaison valeurs de pixels



• Fonctions boléennes

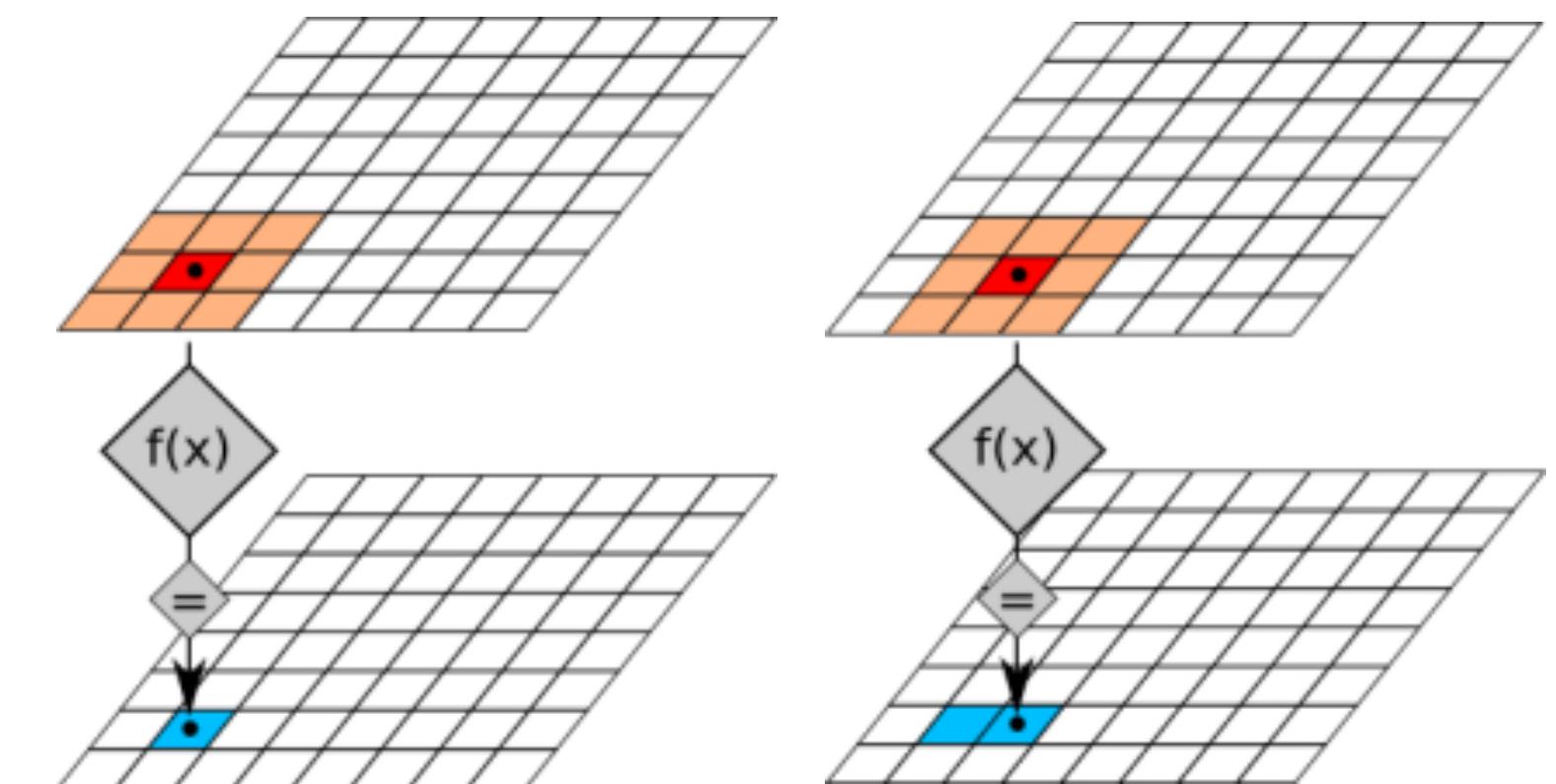
- ▶ Tests logiques



OPÉRATEURS FOCAUX

● Dérivées et gradients

- ▶ Calculs de pente
- ▶ Identification de changements brusques de valeurs

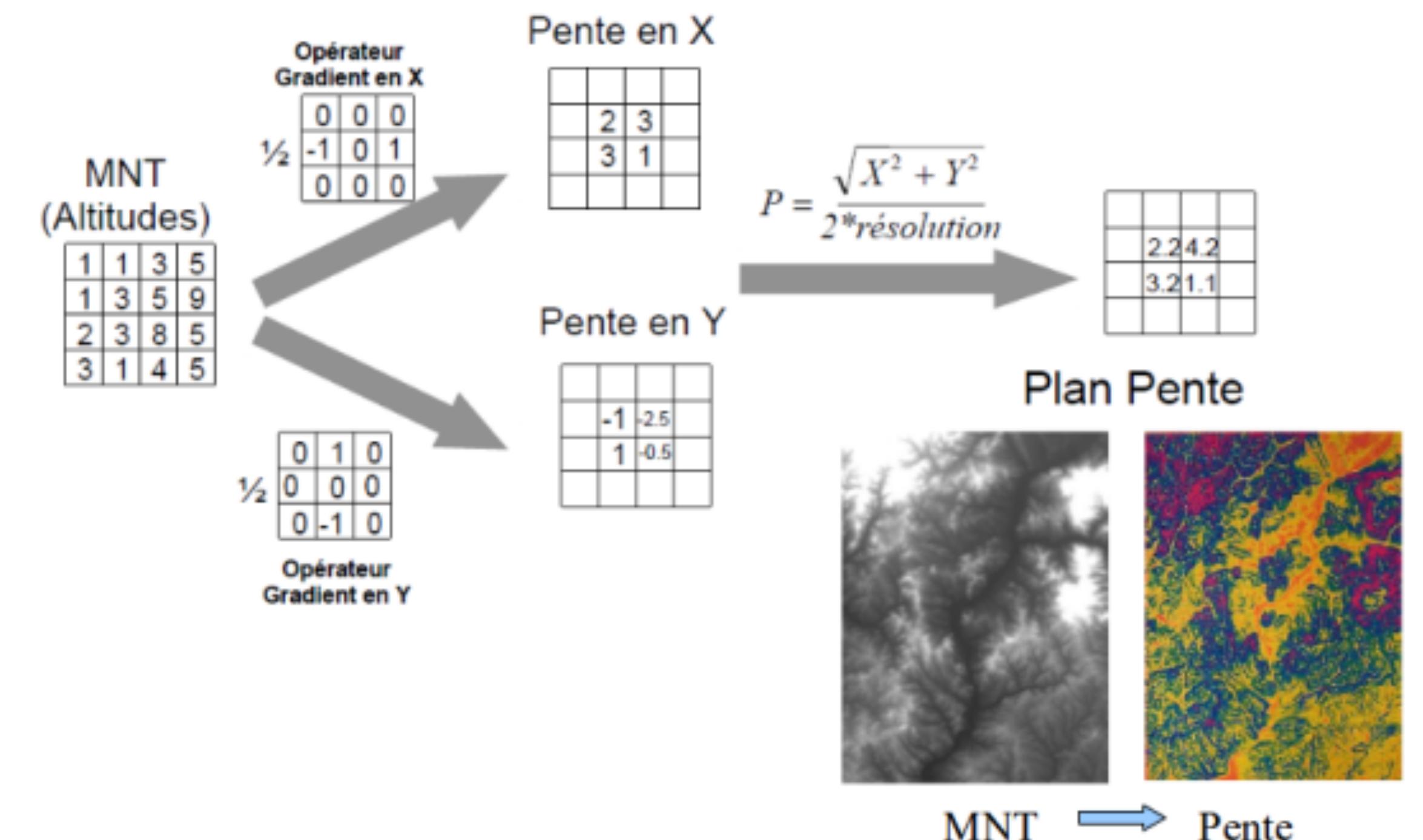


● Indicateurs statistiques simples

- ▶ Valeur minimale, maximale, moyenne

● Indicateurs statistiques descriptifs

- ▶ Ecart-type
- ▶ Variété des valeurs existantes





INFORMATION SPATIALE

INTÉRÊT DES SIG

CALCUL DE VARIABLES

● Points

- ▶ Distances géographiques

● Lignes

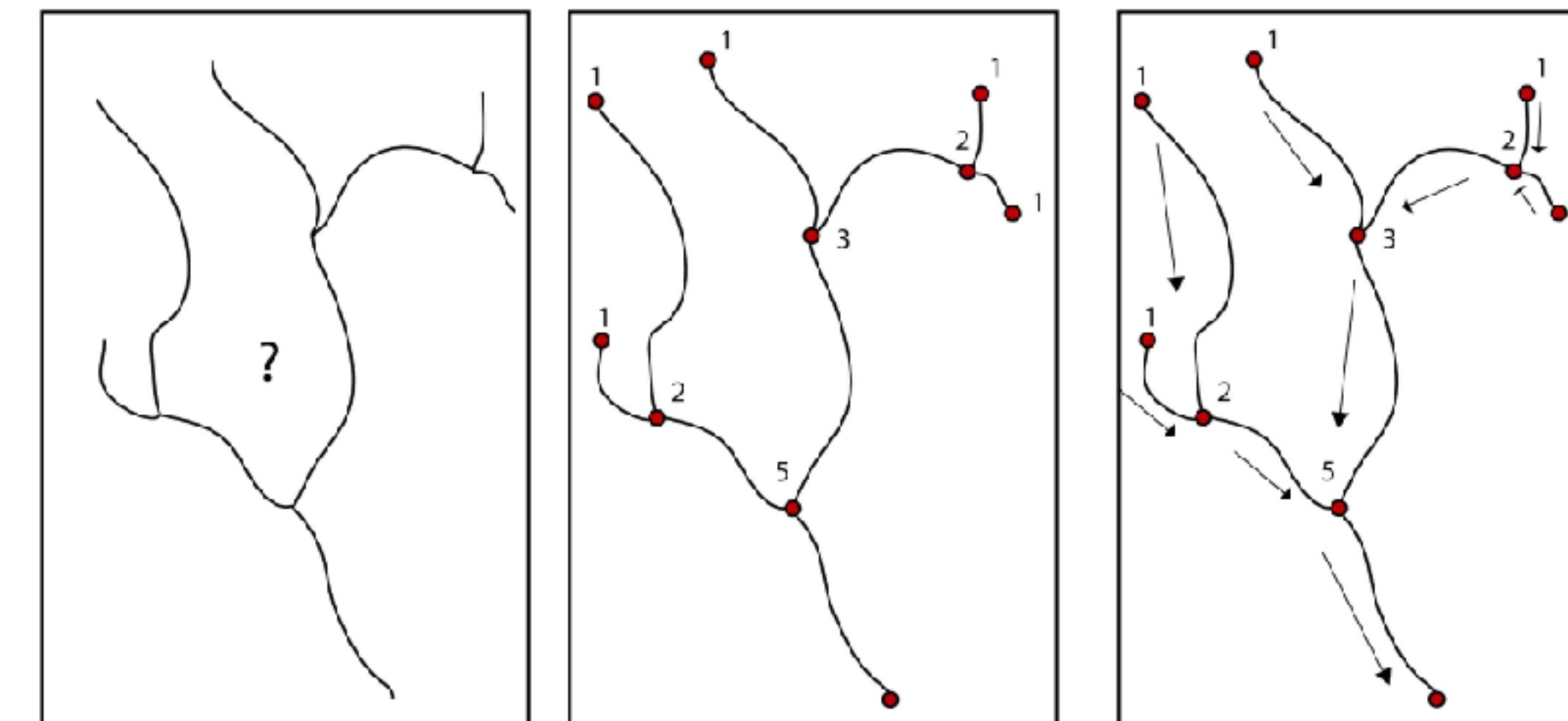
- ▶ Longueurs
- ▶ Distances

● Polygones

- ▶ Périmètres
- ▶ Surfaces

● Raster (terrain)

- ▶ Pentes
- ▶ Sens d'écoulement
- ▶ Ombrage
- ▶ Visibilité

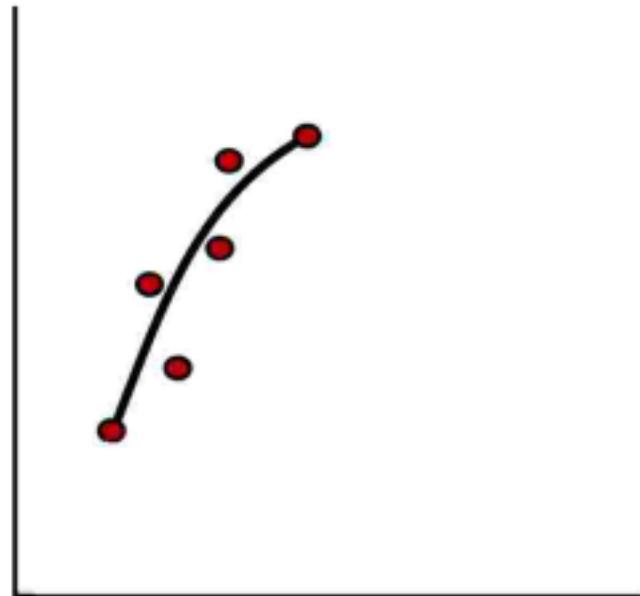


ANALYSES SPATIALES

● Statistiques spatiales

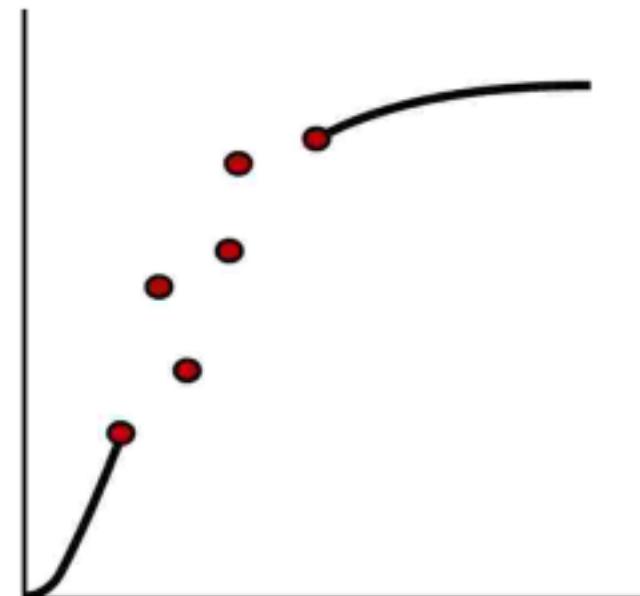
● Interpolation

- ▶ Estimation de la valeur d'un phénomène en un point inconnu, à partir d'autres points connus

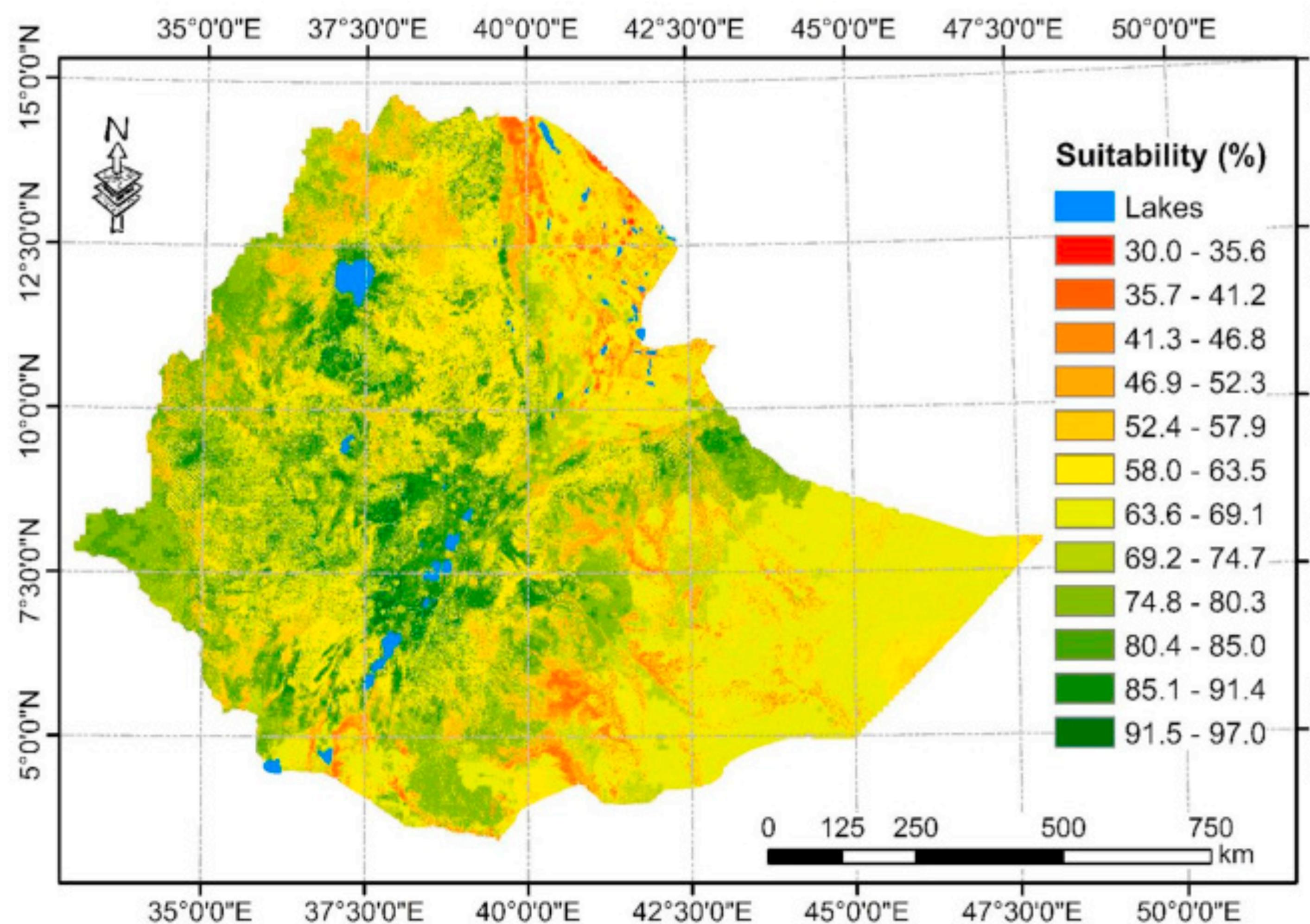


● Extrapolation

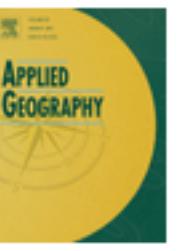
- ▶ Estimation de la valeur d'un phénomène en un point inconnu, à partir d'autres points connus, en dehors du domaine d'application



CARTES D'APTITUDE



Applied Geography
Volume 85, August 2017, Pages 1-13



Assessing potential land suitable for surface irrigation using groundwater in Ethiopia

Abeyou W. Worqlul ^a   Jaehak Jeong ^a, Yihun T. Dile ^b, Javier Osorio ^a, Petra Schmitter ^c, Thomas Gerik ^a, R. Srinivasan ^b, Neville Clark ^d

 [Show more](#)

<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.05.010>

Under a Creative Commons license

[Get rights and content](#)
[open access](#)

DYNAMIQUES DE POPULATION

Dynamic population mapping using mobile phone data

Pierre Deville, Catherine Linard, Samuel Martin, Marius Gilbert,
Forrest R. Stevens, Andrea E. Gaughan, Vincent D. Blondel, and
Andrew J. Tatem

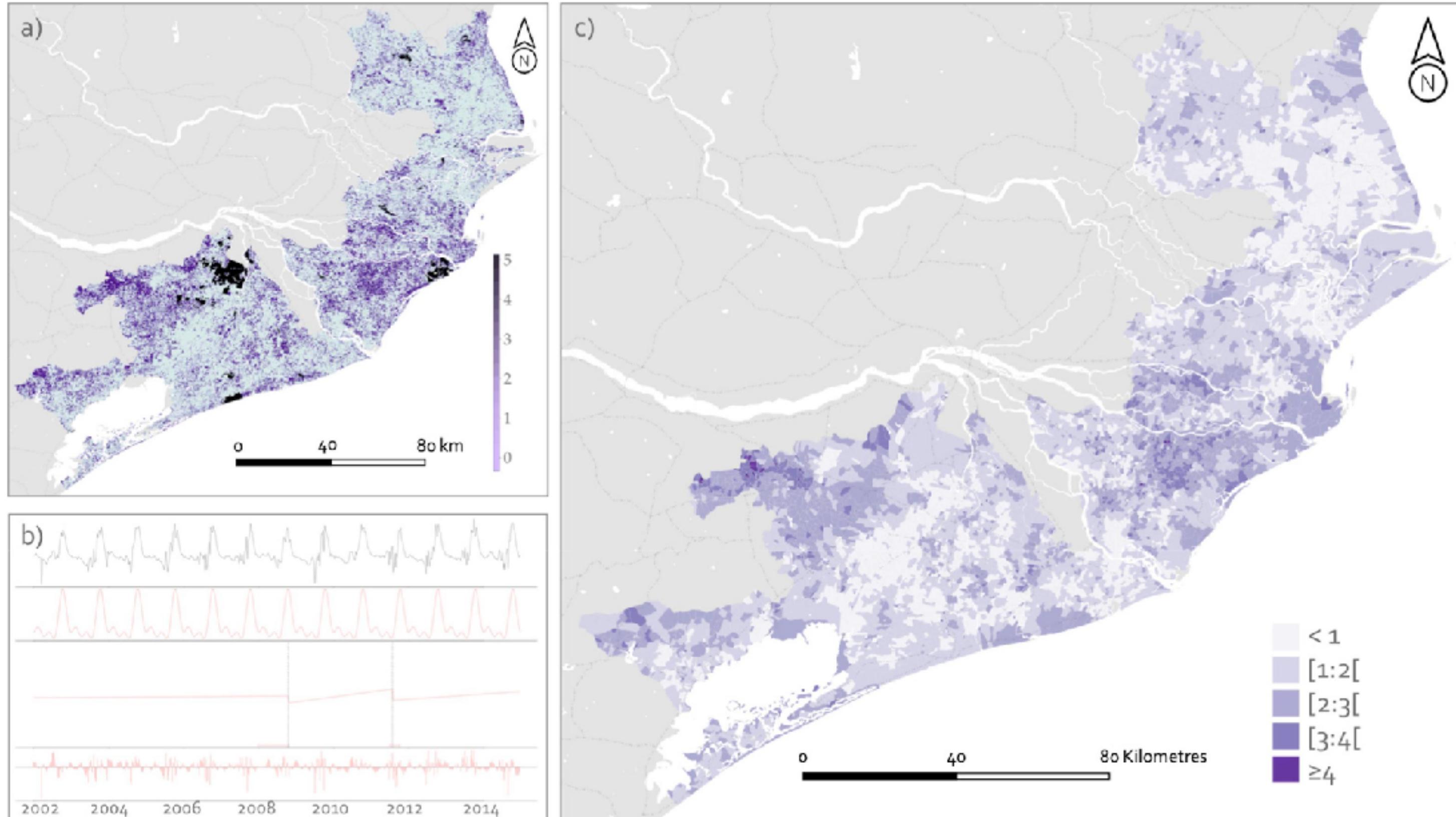
PNAS November 11, 2014 111 (45) 15080-15093; first published October 27, 2014
<https://doi.org/10.1073/pnas.1408439111>

Edited by Michael F. Goodchild, University of California, Santa Barbara, CA, and
approved September 15, 2014 (received for review May 3, 2014)

By analysing mobile phone tower activity,
population densities can be mapped in
great detail

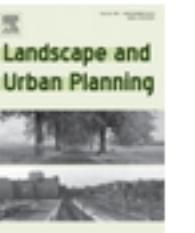


CHOCS AGRICOLES



Landscape and Urban Planning

Volume 189, September 2019, Pages 307-319



Research Paper

Agricultural shocks and drivers of livelihood precariousness across Indian rural communities

Tristan Berchoux ^a , Gary R. Watmough ^b , Craig W. Hutton ^c , Peter M. Atkinson ^d  Show more<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.04.014>

Under a Creative Commons license

Get rights and content

open access

PROJECTIONS D'UTILISATION DES SOLS



Global Environmental Change

Volume 50, May 2018, Pages 238-254



Global change effects on land management in the Mediterranean region

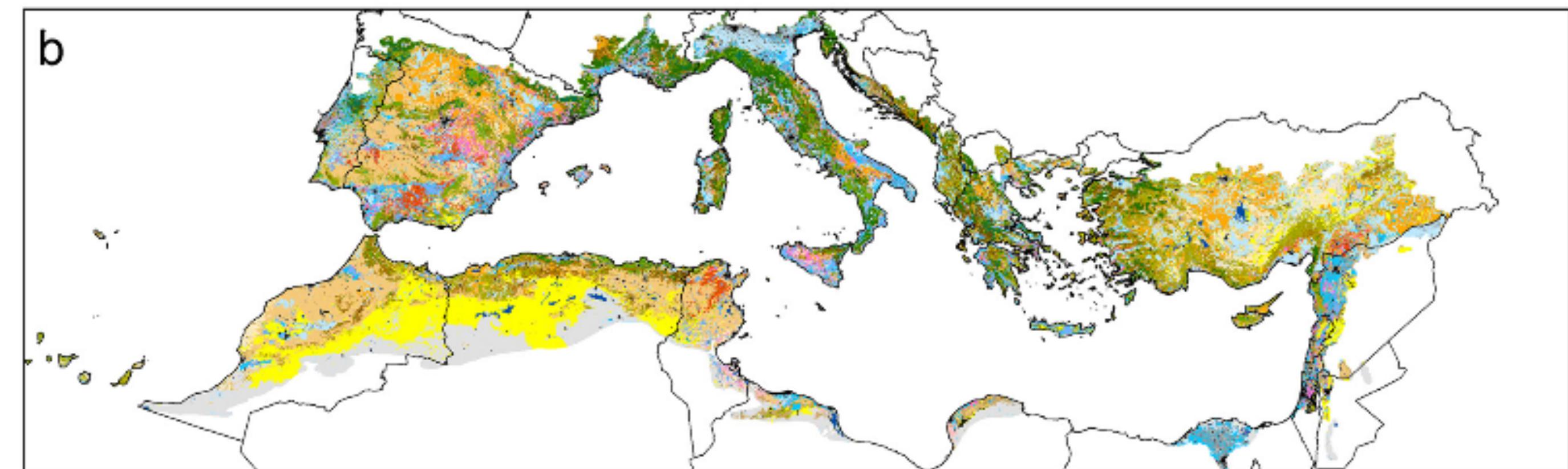
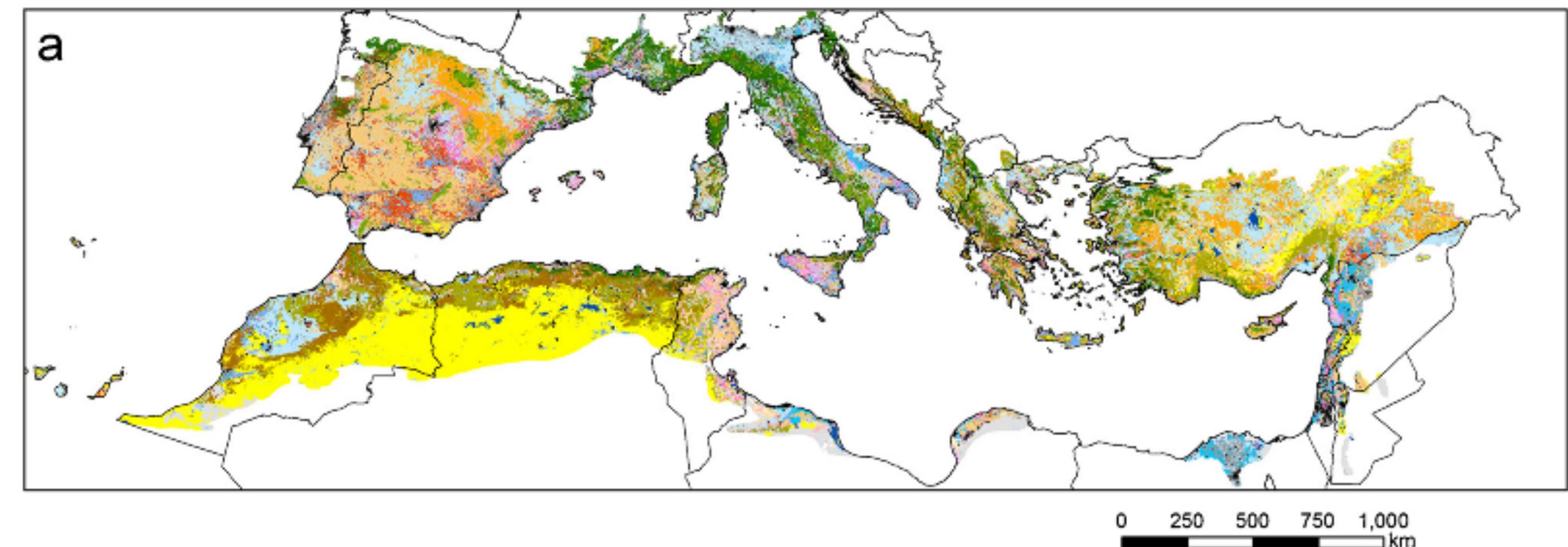
Žiga Malek ^a  , Peter H Verburg ^{a, b}, Ilse R Geijzendorffer ^c, Alberte Bondeau ^d, Wolfgang Cramer ^d

 Show more

<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.04.007>

[Get rights and content](#)

Futurs systèmes d'occupation des sols en 2050 simulés pour les deux scénarios :
(a) croissance
(b) durabilité



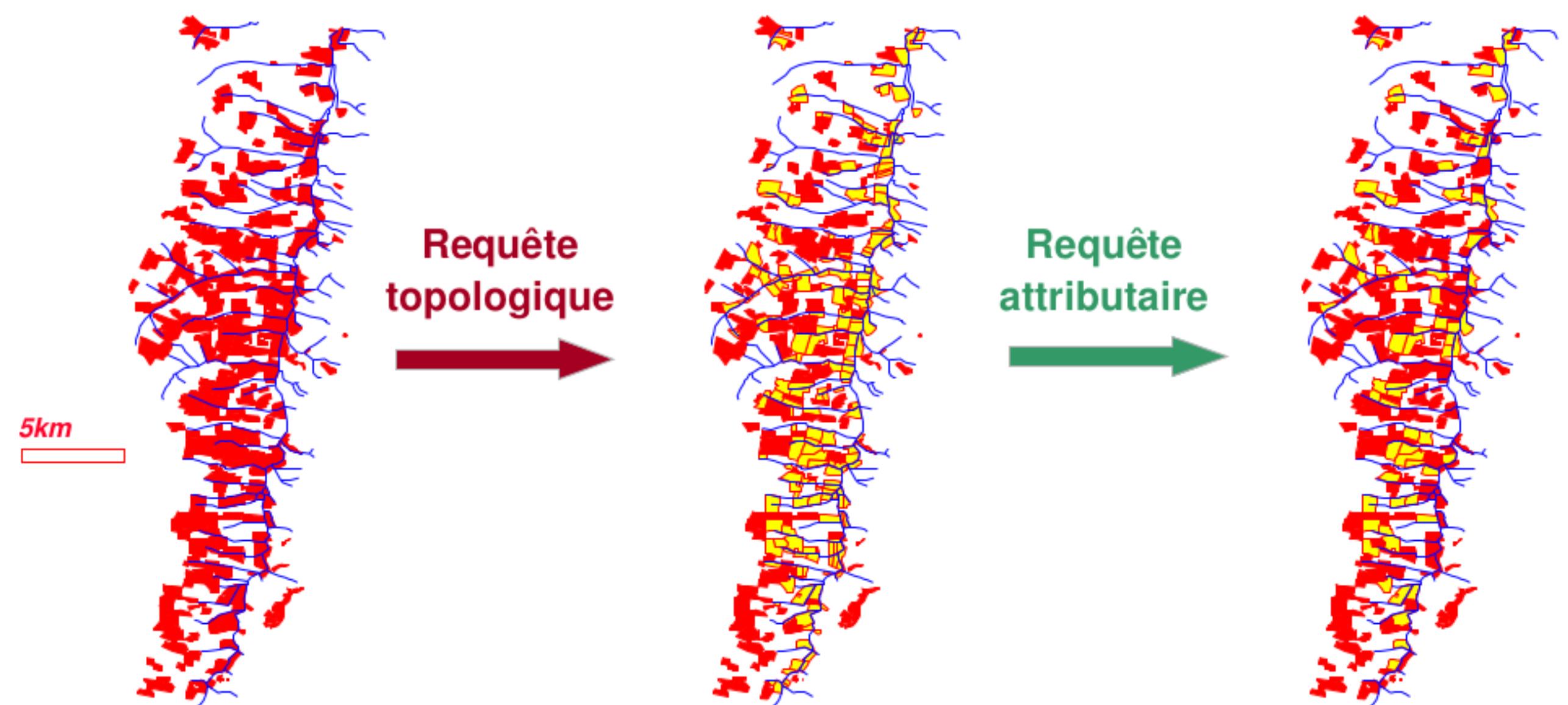
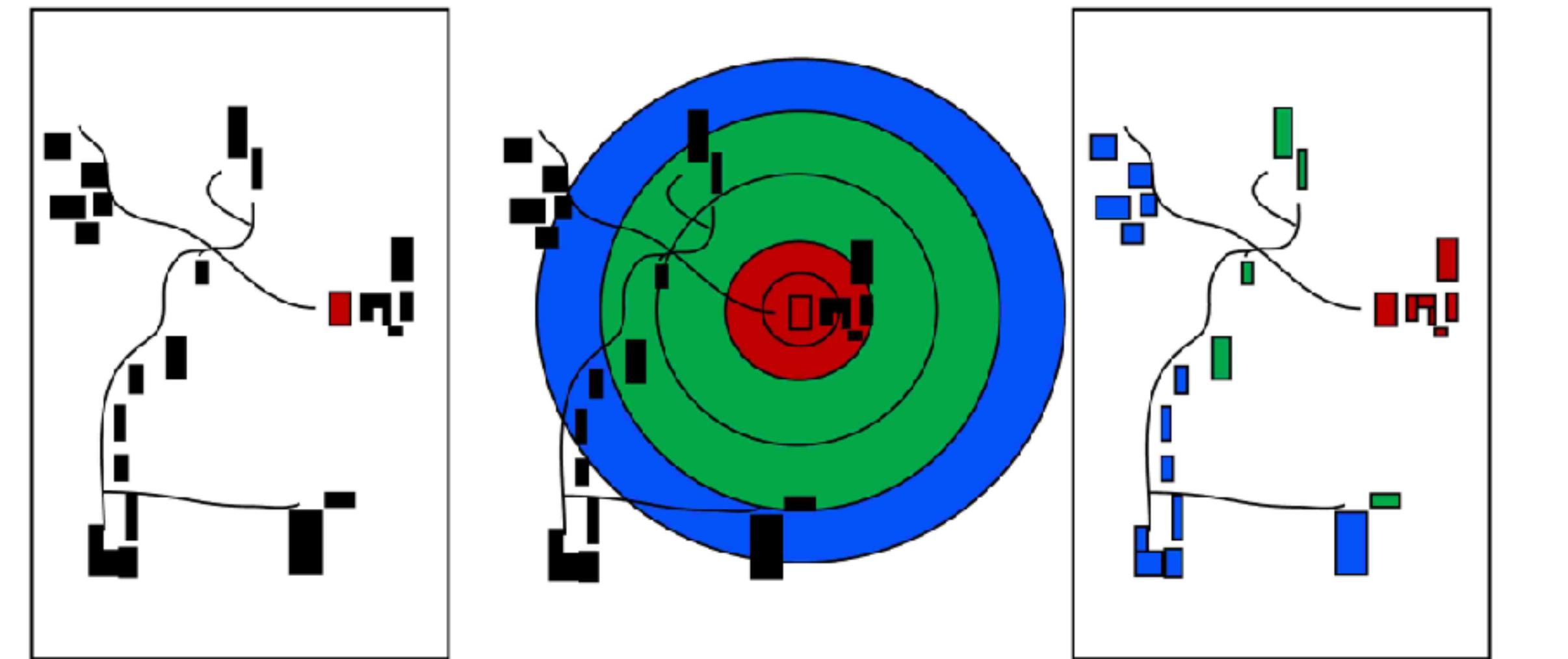
wetlands	ext. arid system	open wooded rangeland	ext. perm. cropland	rain int. ann-perm	peri-urban
medium intensity forest	int. arid system	cropland/wooded rangeland	ext. ann-perm mosaic	irr. annual	urban
(semi)natural forest	closed wooded rangeland	cropland/rangeland	rain. int. annual	irr. permanent	
high intensity forest	open woodland	ext. annual cropland	rain. int. perm.	irr. ann-perm	

N



VARIABLES DÉRIVÉES

- Délimitation de zones à risque
- Requêtes topologiques et attributaires pour sélectionner
 - ▶ Parcelles de maïs
 - ▶ Inférieures à 5ha
 - ▶ Bordant le réseau hydrographique



UTILISATION DES SIG

