

Modélisation du territoire. Modes raster et vecteur.

Christian Kaiser
Cartographie & SIG
Semaine 2

Aujourd’hui...

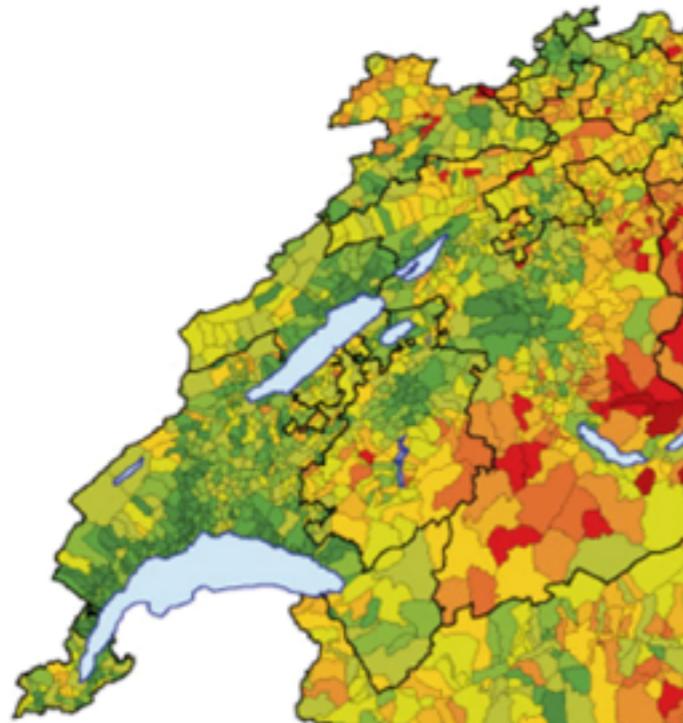
- .. L’information géographique
- .. Carte = Contenant + Contenu
- .. Contenant: l’information géométrique
 - .. Vocabulaire et concepts
 - .. Modélisation cartographique de la réalité
- .. Modèles vectoriel et raster
- .. Notion de couches

L'information géographique

- .. L'information géographique se rapporte à l'espace terrestre
 - .. Rend possible l'orientation dans l'espace (qu'est-ce qu'il y a dans tel endroit?)
 - .. Rend possible la comparaison entre plusieurs lieux
- .. Une information géographique est dite **géoréférencée** si elle peut être placée sur une carte (on en connaît donc les coordonnées)
 - .. Dans le contexte d'images satellites ou photos aériennes, on parle souvent de l'action «**géoréferencer**», qui permet de caler l'image ou la photo sur une carte, donc d'attribuer une coordonnées géographique à chaque point (et enlever les distorsions)

Carte = Contenant + Contenu

Carte = Contenant [X,Y] + Contenu [Z]



=



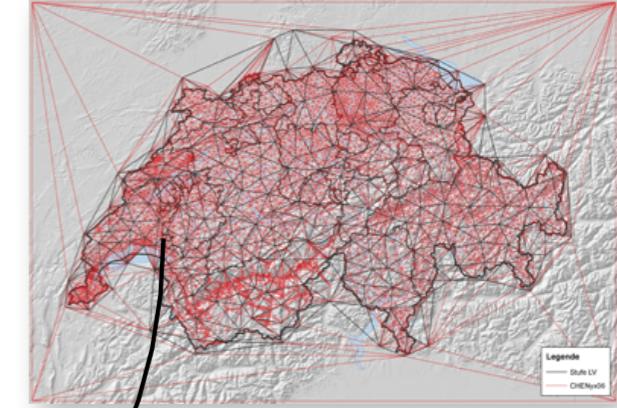
+

Agglomérations et villes isolées de Suisse selon les communes en 2000								
Numéro de la commune	Canton	Nom de l'agglomération / de la ville isolée	Numéro de la commune	Changement par rapport à 1990 (X = augmentation, - = diminution)	Population résidente en 1990	Population résidente en 2000	Changement par rapport à 1990	Total population résidente de l'agglomération en 2000
0111	ZH	Bäntwil	0121		3192	4172	390	44015
0117	ZH	Wetzikon	0121		837	917	74	1178
0121	ZH	Wetzikon (ZH)	0121		16696	18129	1423	
0173	ZH	Hittnau	0121		2087	2965	898	
0177	ZH	Winterthur	0121		9162	9992	410	
0031	ZH	Henggart	0230		1230	1621	391	123416
0215	ZH	Dättlikon	0230	X	491	529	38	
0216	ZH	Wettingen	0230		1230	1231	1	
0219	ZH	Elsau	0230		2575	2900	325	
0221	ZH	Hettlingen	0230		1589	2383	794	
0222	ZH	Wettswil	0230		371	450	179	
0224	ZH	Pfeffingen	0230		2281	2486	205	
0225	ZH	Rickenbach (ZH)	0230		1690	2027	137	
0227	ZH	Seuzach	0230		5558	6558	1000	
0228	ZH	Wettswil an der Glâne	0230		3420	4020	599	
0230	ZH	Winterthur	0230		86959	90483	3524	
0231	ZH	Zell (ZH)	0230		4200	4595	395	
0001	ZH	Zürich am Albis	0261		1230	1544	314	1060728
0002	ZH	Affoltern am Albis	0261		9481	10314	833	
0003	ZH	Bonstetten	0261		2717	3893	1176	
0004	ZH	Brüttisellen	0261		2109	2397	887	
0007	ZH	Knori	0261	X	1045	1445	400	
0009	ZH	Mettmenstetten	0261		2678	3724	946	
0010	ZH	Ofterswilen	0261		3818	4182	364	
0011	ZH	Stäfa	0261		2034	2141	107	
0013	ZH	Stäflikon	0261		2029	2608	580	
0014	ZH	Wettswil am Albis	0261		3425	3784	359	
0015	ZH	Wohlen	0261		2687	3030	143	
0052	ZH	Bassersdorf	0261		6823	7515	692	
0053	ZH	Bülach	0261		13472	13999	527	
0054	ZH	Dielsdorf	0261		5685	6281	596	
0055	ZH	Gümligen	0261		2553	2531	-22	
0056	ZH	Embrach	0261		7194	7744	550	
0057	ZH	Freienstein-Teufen	0261		1818	2127	309	
0058	ZH	Gümligen	0261		2024	3244	1220	
0059	ZH	Hünenberg	0261		1163	1579	416	
0060	ZH	Höri	0261		1664	2300	436	
0081	ZH	Hünwangen	0261	X	697	762	65	
0082	ZH	Ibach	0261		1541	17761	1035	
0083	ZH	Lufingen	0261		952	1172	220	
0084	ZH	Nüniedorf	0261		3648	4475	529	
0085	ZH	Oftikon	0261		1024	1200	176	
0086	ZH	Olten	0261	X	2569	3395	726	
0088	ZH	Rorbas	0261		1987	2201	214	
0089	ZH	Walisellen	0261		11218	11939	723	
0090	ZH	Wettswil an der Glâne	0261	X	460	550	90	
0071	ZH	Wil (ZH)	0261	X	1119	1317	198	
0072	ZH	Winkel	0261		2313	3317	1004	
0082	ZH	Boppelsen	0261		829	1018	189	
0084	ZH	Wädenswil	0261		64741	74741	9980	

Un «fond de carte» défini
par des coordonnées
(à la source, un système géodésique)

Carte = Contenant + Contenu

- .. **Contenant** = composante [X, Y]
 - .. Composante terrestre, horizontale
 - .. Localisation des lieux, coordonnées
 - .. Décrit la géométrie de l'espace = fond de carte
- .. **Information géométrique**
- .. **Contenu** = composante [Z]
 - .. Composante thématique, verticale
 - .. Décrit les attributs des lieux
 - .. **Information géoréférencée**



Agglomérations et villes isolées de Suisse selon les communes en 2000								
Numéro de la commune	Canton	Nom de l'agglomération / de la ville isolée	Numéro de l'agglomération 2000	Changement par rapport à 1990 (X = depuis 2000)	Population résidente 1990	Population résidente 2000	Changement par rapport à 1990	Total population résidante de l'agglomération 2000
0111 ZH	Bäretswil	Wetzikon-Präffikon (ZH)	0121		3782	4172	390	44015
0117 ZH	Hinwil		0121		8379	9157	778	
0173 ZH	Hittnau		0121		2067	2965	898	
0177 ZH	Praffikon		0121		9182	9592	410	
0031 ZH	Winterthur							
0215 ZH	Henggart		0230		1230	1621	391	123416
0216 ZH	Dättlikon		0230	X	491	529	38	
0217 ZH	Dindhard		0230		1240	1301	61	
0221 ZH	Eislikon		0230		2575	2684	325	
0221 ZH	Wiesendangen		0230		1863	2383	720	
0223 ZH	Nellenbach		0230		3731	4504	773	
0224 ZH	Plungen		0230		2281	2486	225	
0225 ZH	Rickenbach (ZH)		0230		1890	2027	137	
0227 ZH	Seuzach		0230		5558	6558	1000	
0229 ZH	Wiesendangen		0230		3436	4029	593	
0230 ZH	Winterthur		0230		86959	90483	3524	
0231 ZH	Zell (ZH)		0230		4200	4595	395	
Zürich								
0001 ZH	Aegst am Albis		0261		1220	1544	314	1080728
0002 ZH	Altendorf am Albis		0261		9485	10314	853	
0003 ZH	Büren		0261		2717	3893	1176	
0005 ZH	Hedingen		0261		2190	2991	801	
0007 ZH	Knoppau		0261	X	1045	1445	400	
0009 ZH	Mettmenstetten		0261		2876	3724	848	
0010 ZH	Oberleiden		0261	X	3818	4182	364	
0011 ZH	Ottenthal		0261		2038	2164	126	
0013 ZH	Stallikon		0261		2020	2608	588	
0014 ZH	Wettswil am Albis		0261		3425	3784	359	
0051 ZH	Bachenbühl		0261		2887	3083	196	
0052 ZH	Bassersdorf		0261		6923	7515	692	
0053 ZH	Belp		0261		1342	1593	527	
0054 ZH	Dieffikon		0261		5885	6281	396	
0055 ZH	Egolzwil		0261		2659	2893	234	
0056 ZH	Embrach		0261		7194	7744	550	
0057 ZH	Freienstein-Teufen		0261		1818	2127	309	
0058 ZH	Glattpfadi		0261		3294	3544	250	
0059 ZH	Hochfelden		0261		1103	1579	476	
0060 ZH	Höri		0261		1864	2300	436	
0061 ZH	Hünwangen		0261	X	687	782	95	
0062 ZH	Kloten		0261		16148	17750	1042	
0063 ZH	Lützenberg		0261		52	1172	220	
0064 ZH	Nürtingen		0261		3046	4475	529	
0066 ZH	Oofikon		0261		11872	12062	190	
0067 ZH	Rafz		0261	X	2599	3395	796	
0068 ZH	Rorbas		0261		1987	2201	214	
0069 ZH	Wallisellen		0261		11216	11939	723	
0070 ZH	Wasterkingen		0261	X	481	560	79	
0071 ZH	Wil (ZH)		0261	X	1119	1317	198	
0072 ZH	Winkel		0261		2313	3317	1004	
0082 ZH	Boppeisen		0261		829	1018	189	
nnnn ZH	(Durchf. 724)		nnnn		24161	24421	KKK	

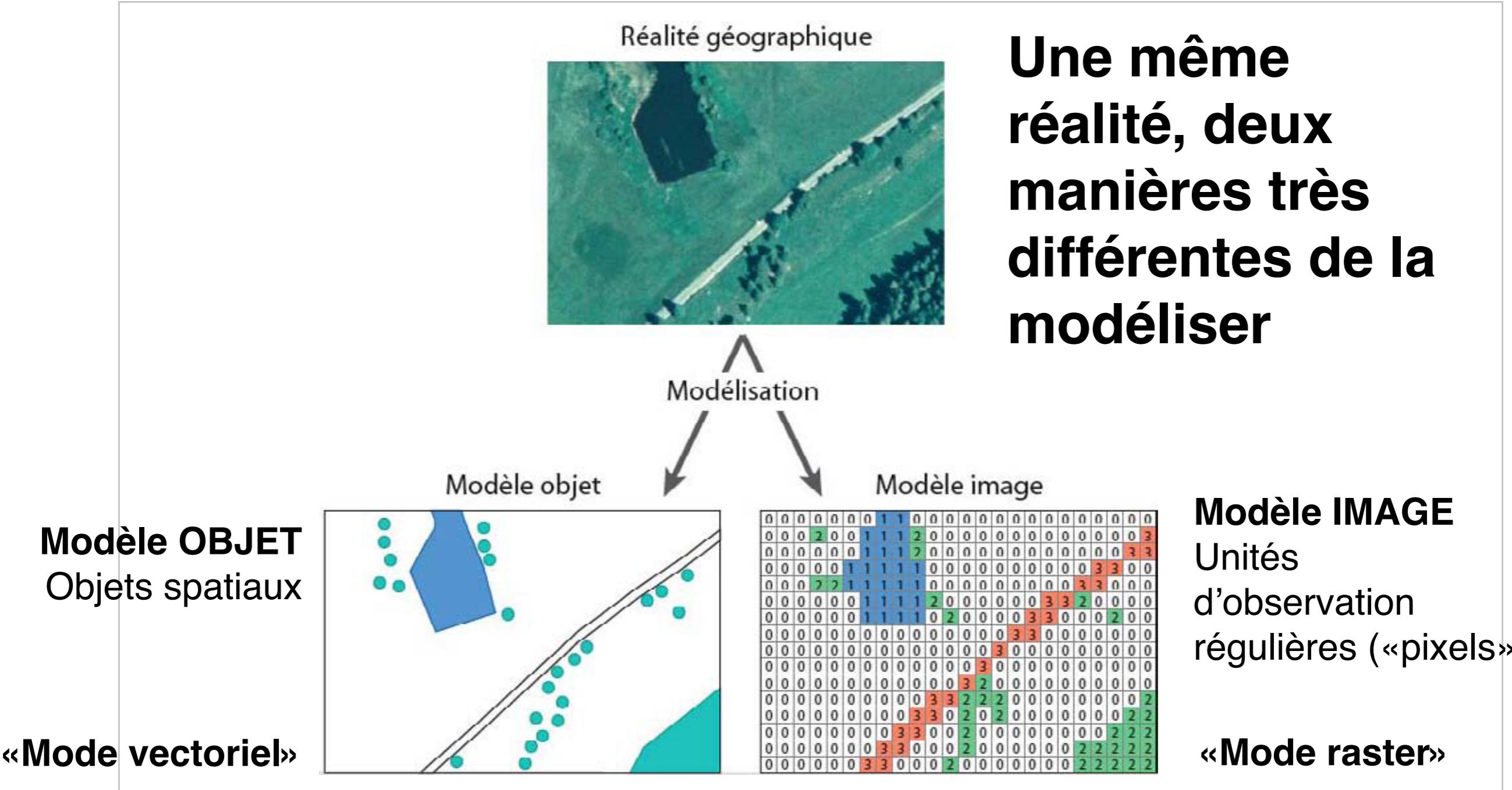
L'information géométrique

- .. Le contenuant = données spatiale
= le «**fond de carte**»
= coordonnées [X,Y]
- .. **Modélisation de la réalité** pour sa représentation
- .. Modélisation de l'espace géographique pour effectuer des observations, des mesures et représenter des informations
- .. Un **object géographique** devient un **objet cartographique** = **entités spatiales**

Modélisation de la réalité

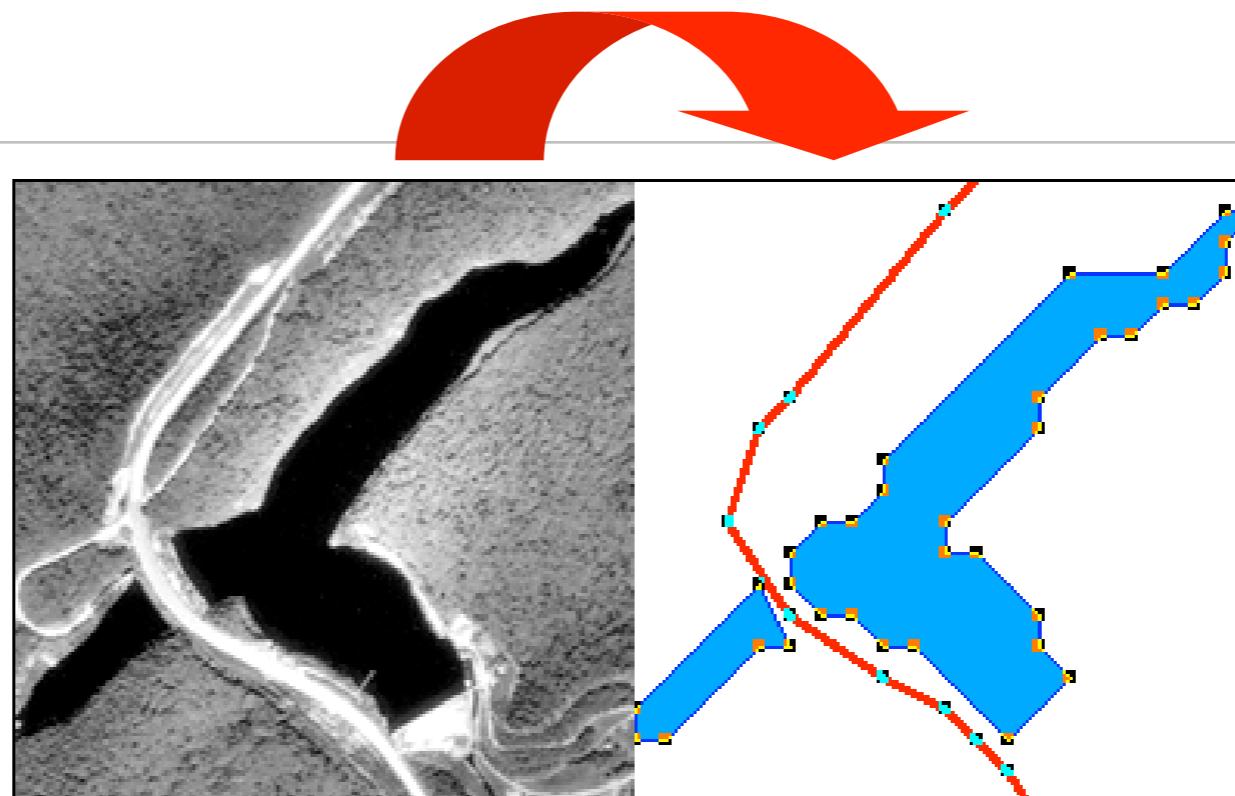
- .. Une modèle est une **représentation simplifiée** d'un objet réel
- .. **Le modèle** représente une réalité, il **ne constitue pas cette réalité** → «la carte n'est pas le territoire»
- .. Un modèle n'est pas parfaitement ressemblant, on vise une ressemblance suffisante, qui dépend de l'utilisation souhaitée
 - .. «***Make things as simple as possible, but not simpler.***» (Einstein, probablement)

2 modèles de la réalité



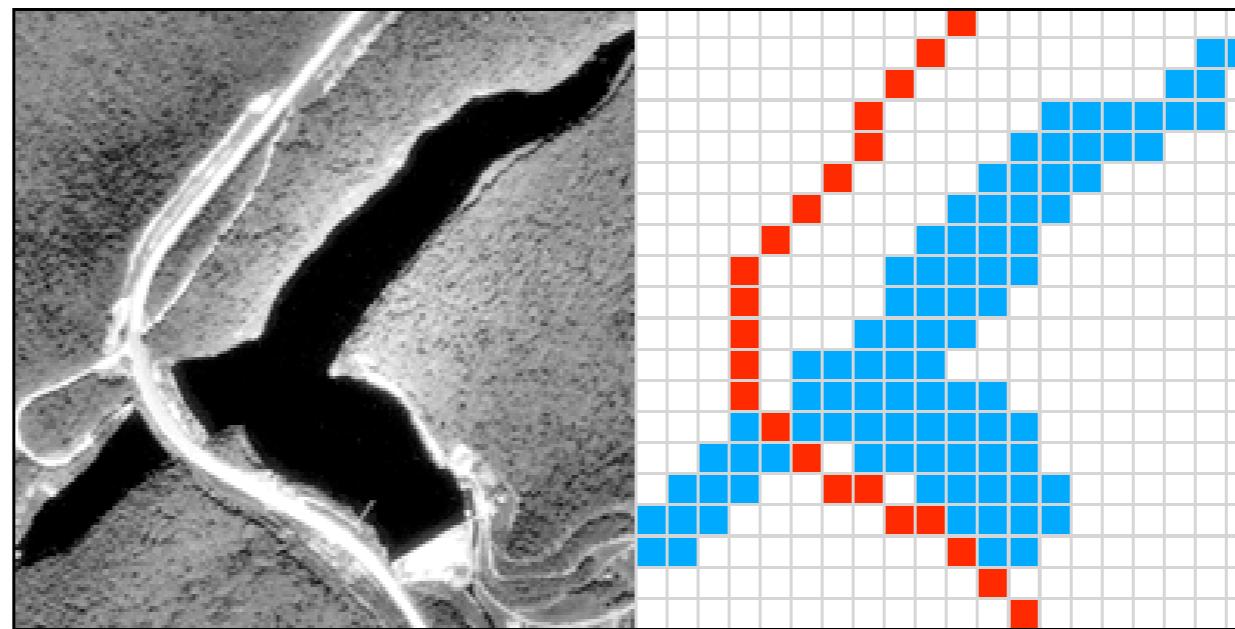
Exemple

**Modèle
OBJET**



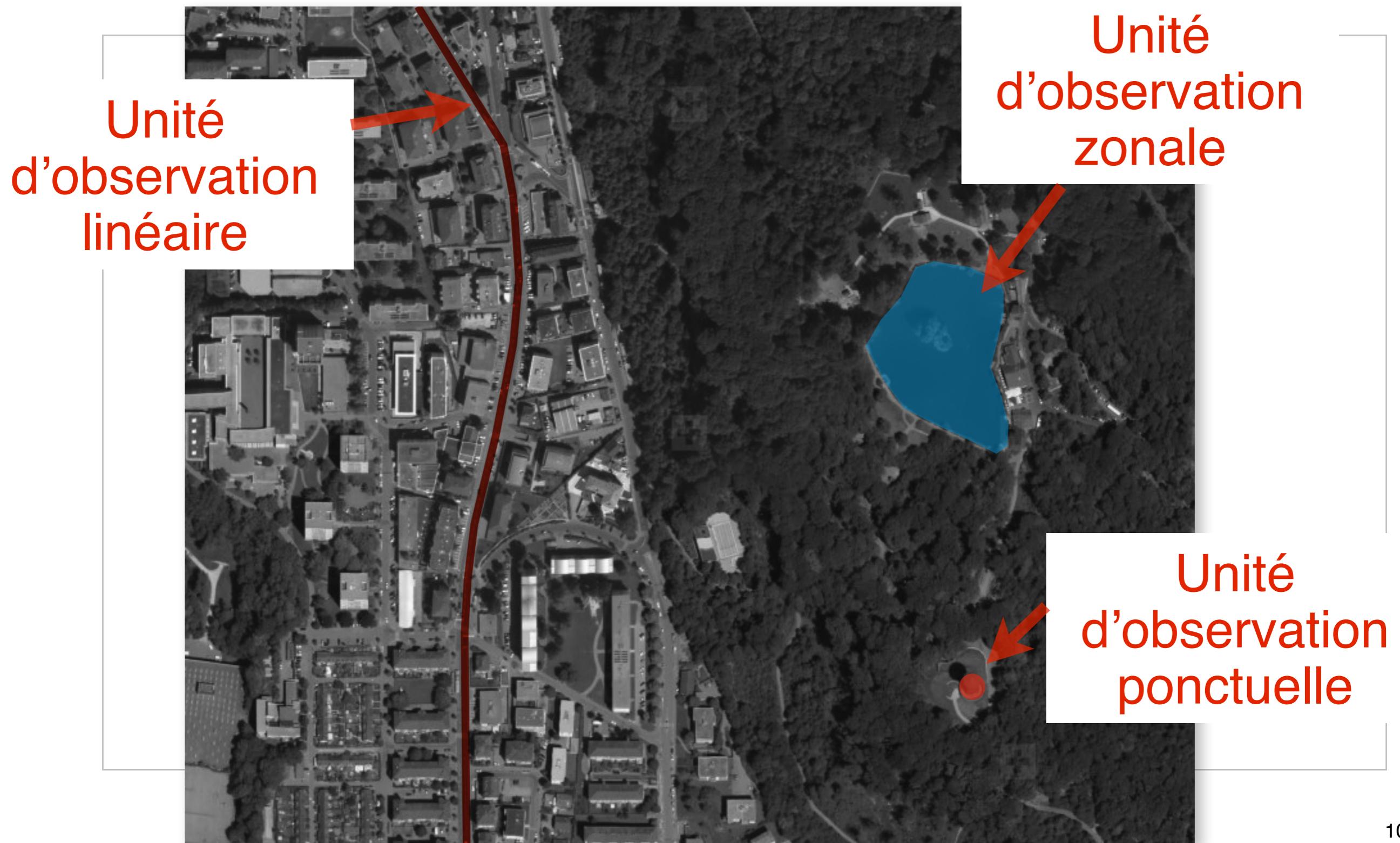
Points
Lignes
Polygones

**Modèle
IMAGE**



Pixels
en maille

Mode vectoriel: unités d'observation irrégulières



Catégories spatiales d'unité d'observation

Unité ponctuelle

Objet de faible surface par rapport à l'échelle de perception localisé par un seul couple de coordonnées

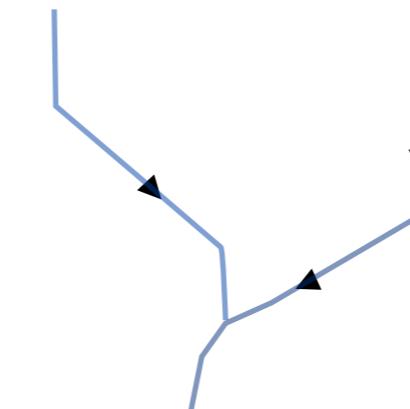
- Borne d'hydrante, placette, bâtiment, etc...

- (x,y)

Unité linéaire

Objet modélisé par un segment, une ligne, un réseau

- tronçon routier, réseau hydrographique, etc...



Unité zonale

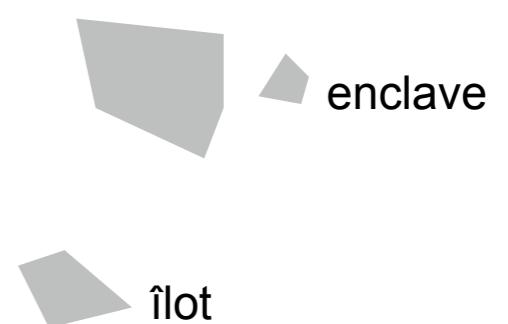
Objet représenté par une ou plusieurs unités surfaciques

- Parcelle, lac, commune, pays, unité de sol, etc...

1. Unité zonale simple



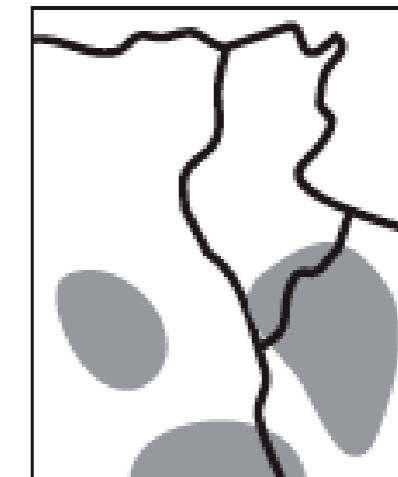
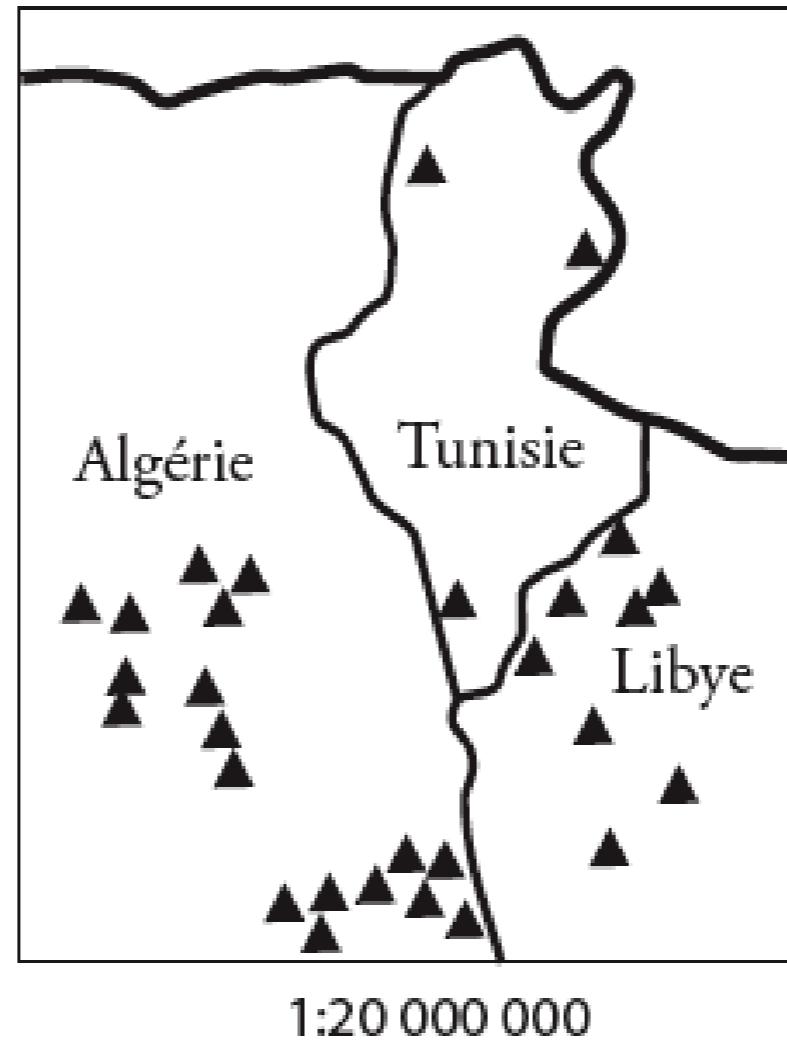
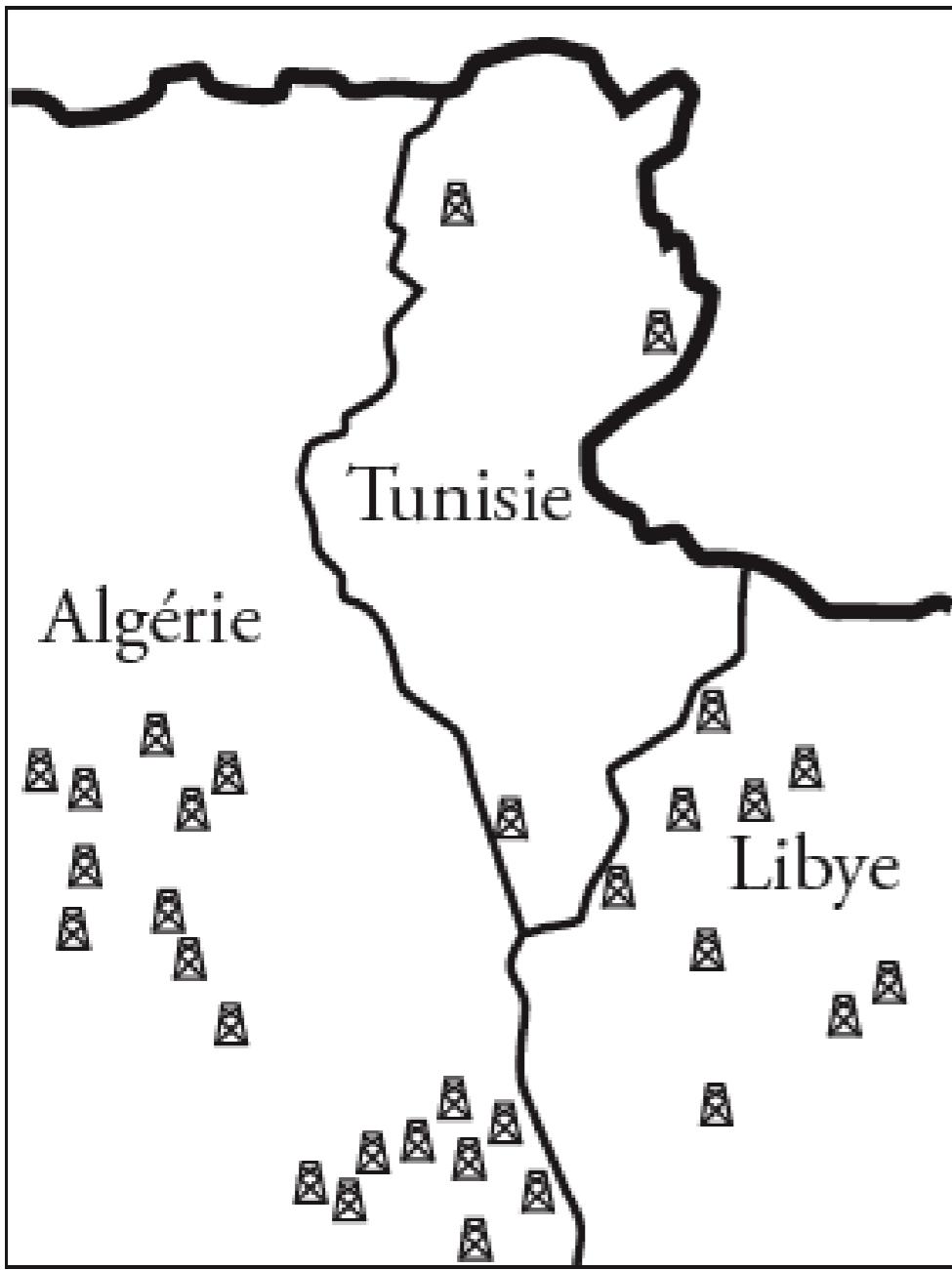
2. Unité zonale complexe



Unité d'observation vs. unité de représentation

- .. L'unité de représentation sur la carte du même objet peut varier en fonction de l'échelle
 - .. P.ex. une ville à grande échelle = polygone,
à petite échelle = point

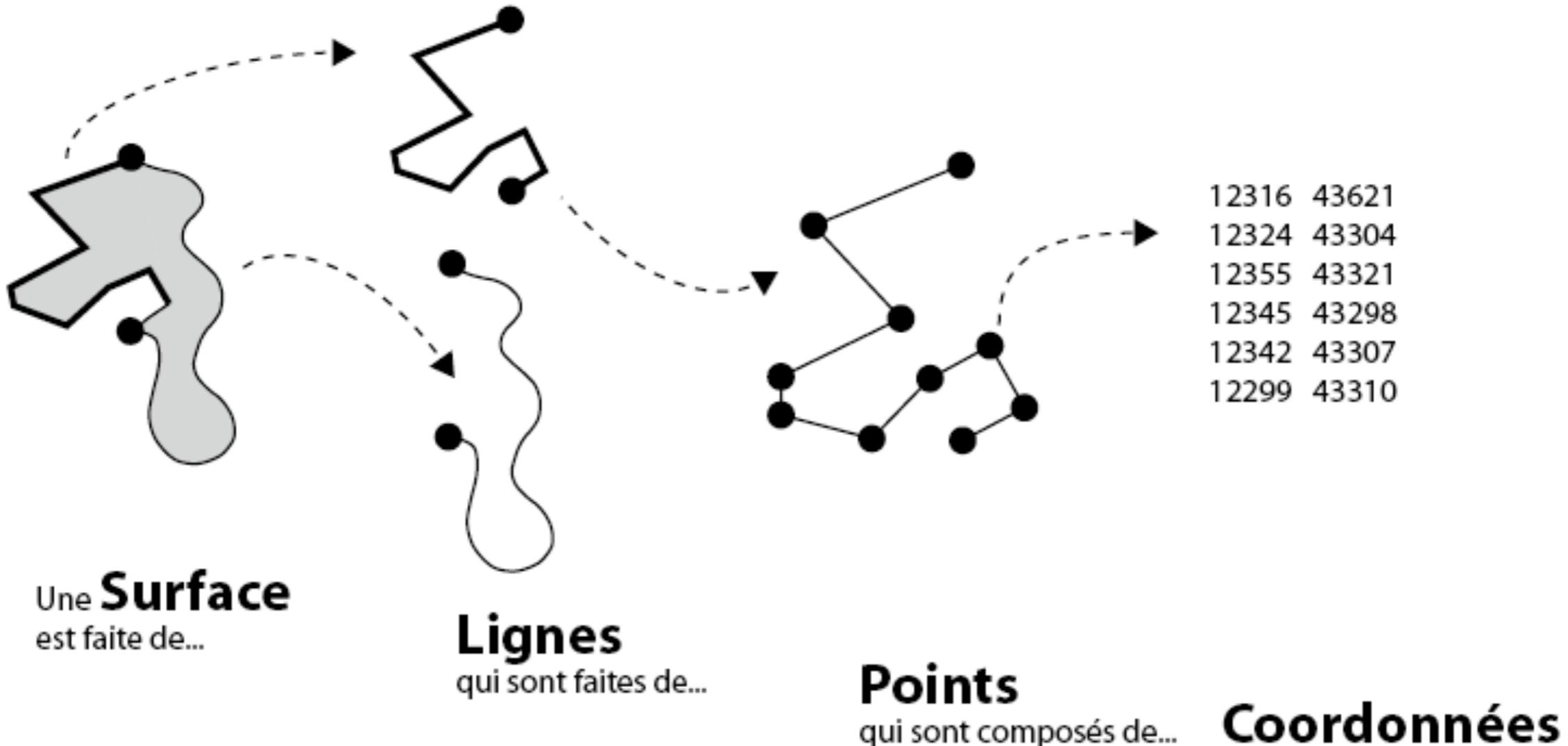
Observation versus représentation



Puits de pétrole:
L'objet géographique
est ponctuel
(1 puit = 1 point)

En fonction de l'échelle, l'objet
cartographique passe d'une
représentation ponctuelle à
surfacique et retour au ponctuel

Modèle objet / vectoriel



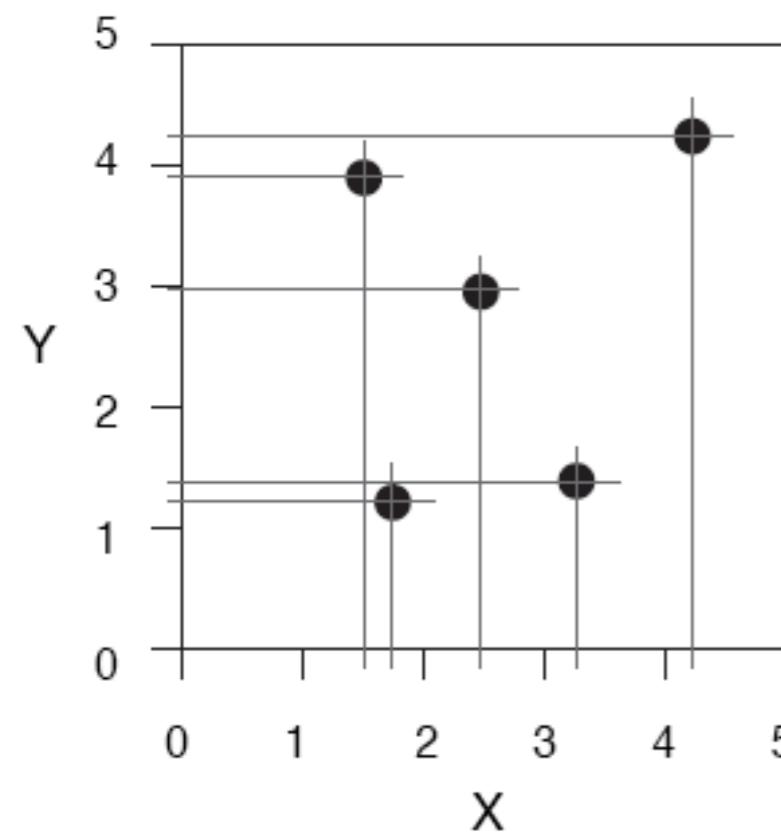
Les surfaces (2 dimensions), sont composées de lignes (1 dimension) qui sont composées à leur tour de points (0 dimension) que définissent des paires de coordonnées.

Objets géométriques: 3 primitives

Les éléments de base de l'information graphique vectorielle

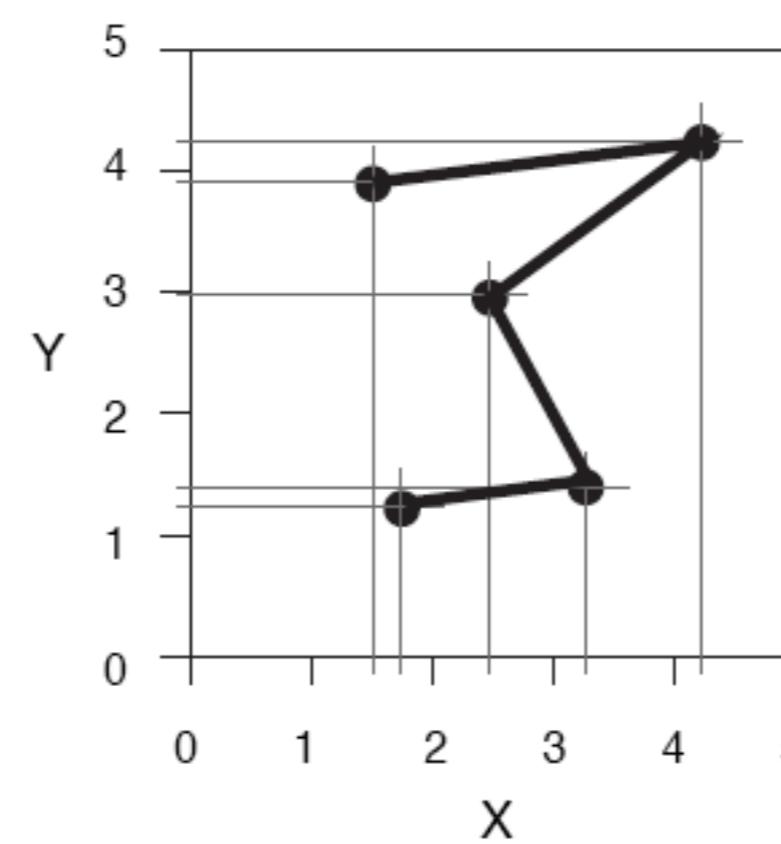
Points

(chef-lieu, station, etc...)



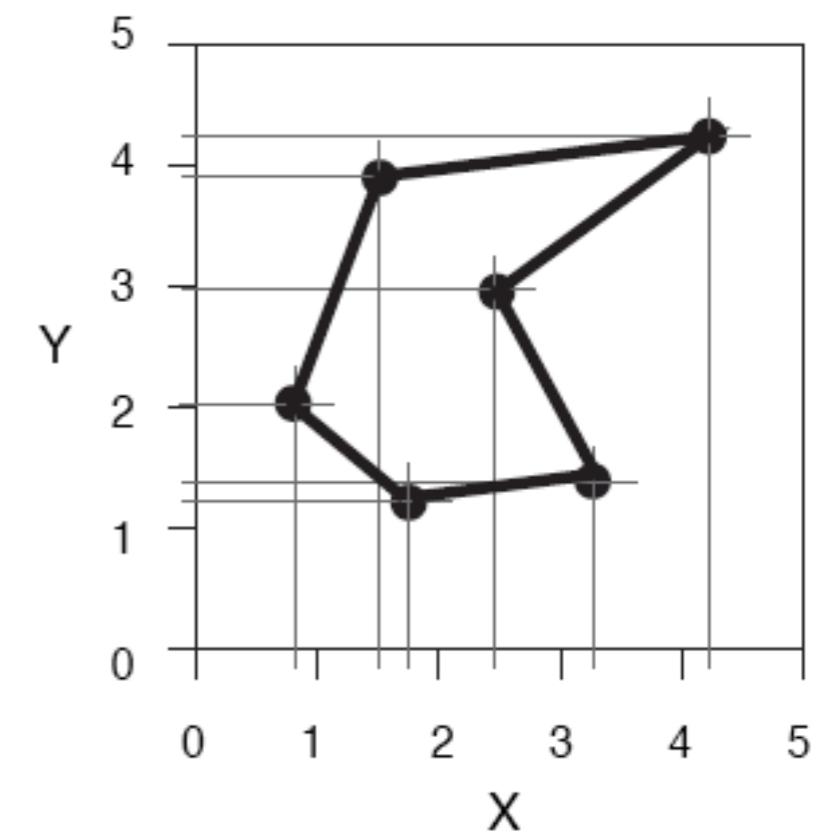
Lignes ou polylinées

(route, cours d'eau, etc...)



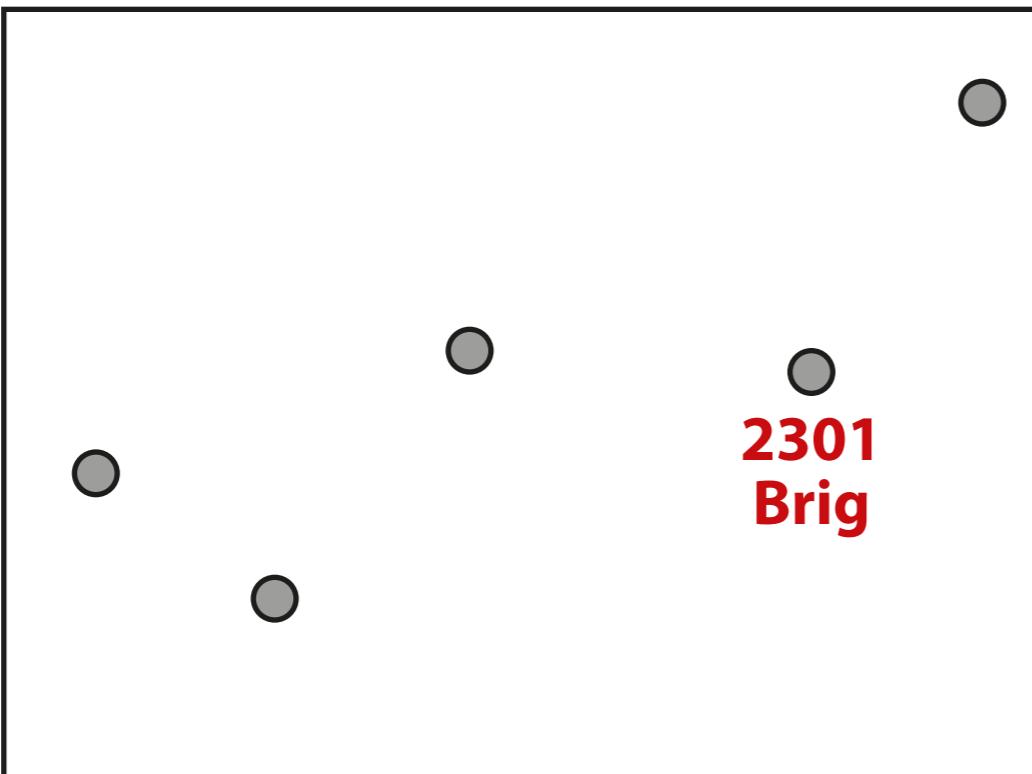
Polygones

(entité géographique, etc...)



Le POINT

- .. Caractérise des entités ponctuelles ou des noeuds
- .. Localisation par une seule paire de [X, Y]



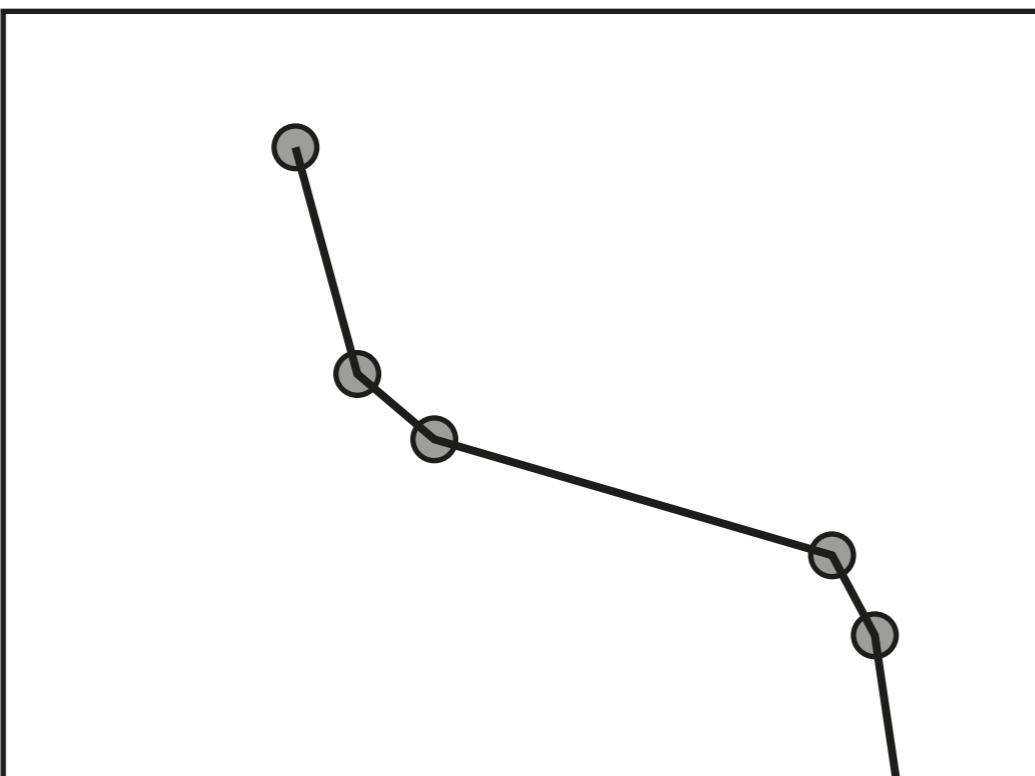
Représentation graphique

2301	Brig	1
645000	125700	
2302	Conthey	1
586900	117600	
2304	Goms	1
659600	147500	
2305	Hérens	1
601600	107400	

Représentation digitale

La LIGNE

- .. Caractérise des entités linéaires
- .. Constitués d'une suite de coordonnées [X, Y]



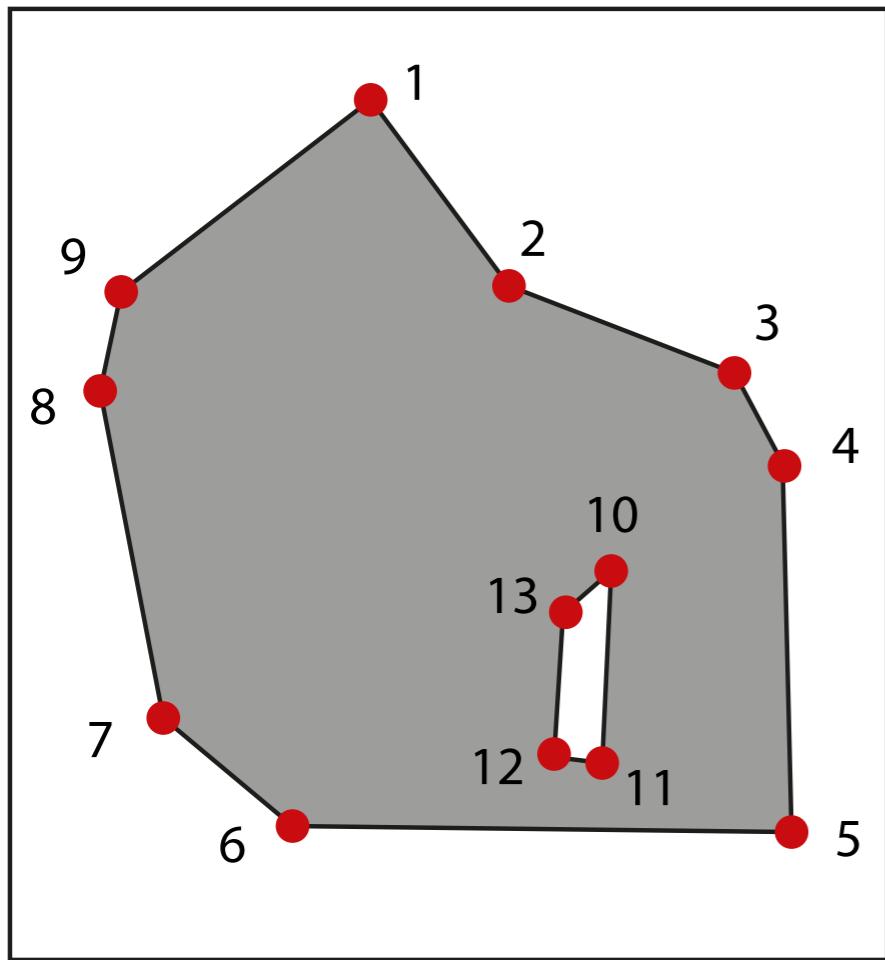
Représentation graphique

1	Rhône	36
534900	239600	
536700	215300	
536900	214800	
574800	201400	
579700	198300	
...		

Représentation digitale

La SURFACE (le polygone)

- .. Caractérise des entités zonales discrètes
- .. Constituées d'une suite de coordonnées [X, Y]



Représentation graphique

101	Duven	10
536500	215350	
537300	210900	
539150	207300	
540200	206100	
539750	198700	
536100	198750	
534900	199950	
534250	207200	
534650	211200	
536500	215350	
101	Duven	5
538300	205000	
538200	199050	
537800	199100	
138000	204050	
538300	205000	

Représentation digitale

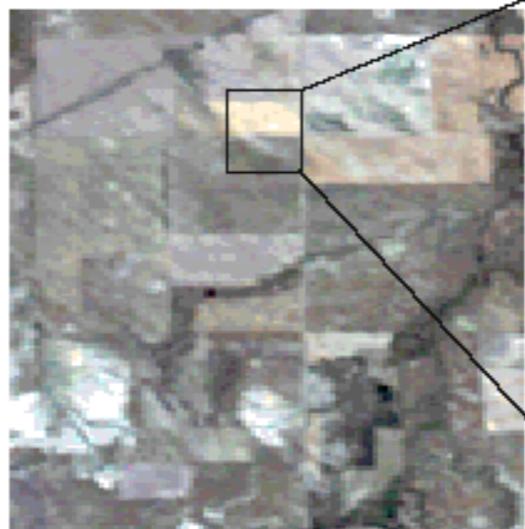
Polygone:
Ligne formant un anneau fermé
(premier point = dernier point)

Polygone complexe:
Polygone constitué d'un anneau exterieur et d'un ou plusieurs anneaux intérieurs (= trous)

Multi-Polygone:
Polygone constitué d'un ou plusieurs polygones (potentiellement complexes)

Modèle image / raster / matriciel

- Le modèle matriciel divise le territoire avec une **grille régulière de cellules (pixels)** ordonnées pour former une matrice.
- Cette grille quadrille un espace continu où chaque pixel contient une seule valeur.
- Les entités sont perçues de manière indirecte
(Thériault et al. 2001)



42	42	42	42	129	71	86	89	42	91	80	71	71	140	111
42	42	42	42	42	86	42	42	133	82	82	71	71	71	71
211	123	124	112	123	211	153	153	123	112	112	112	112	175	140
63	153	211	145	211	153	153	153	153	211	123	156	123	189	71
153	153	211	145	211	211	153	153	211	153	145	123	175	112	71
211	211	153	153	211	211	211	211	145	211	153	153	175	112	82
211	211	211	211	211	211	145	211	211	211	153	211	112	42	
47	178	178	178	211	211	145	211	211	153	211	153	211	82	
47	178	123	178	145	211	211	153	153	153	211	63	153	112	
211	211	145	178	145	211	153	63	63	153	153	153	153	211	109
211	211	145	145	211	211	211	211	153	153	153	153	153	145	71
189	145	99	112	91	91	82	189	189	124	180	124	124	112	42
68	71	109	111	68	21	21	21	21	21	21	88	68	91	
67	21	42	111	133	89	79	104	67	77	104	67	67	92	82
95	75	77	68	42	111	89	78	21	77	104	76	104	92	42
65	119	74	21	92	68	42	89	79	21	21	21	104	21	80
95	119	95	90	74	72	78	68	21	21	78	130	81	104	97
65	95	95	65	90	65	74	67	79	68	78	21	81	67	72
90	90	95	192	65	192	95	95	90	67	21	21	81	104	72
74	74	65	95	108	65	66	66	119	95	67	67	67	104	130

Exemples d'images raster



Photo

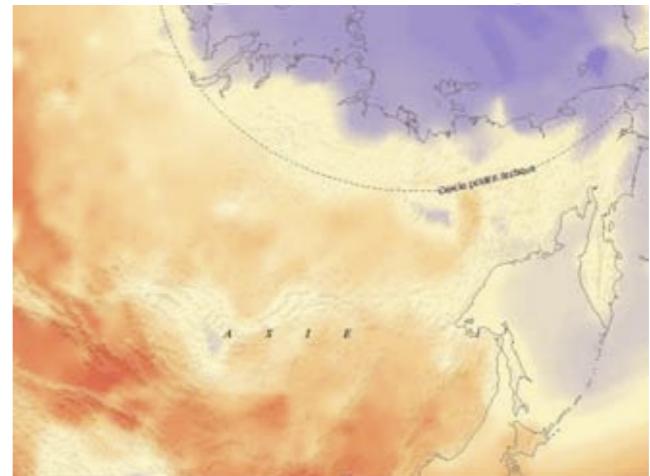


Image satellite



Photo aérienne

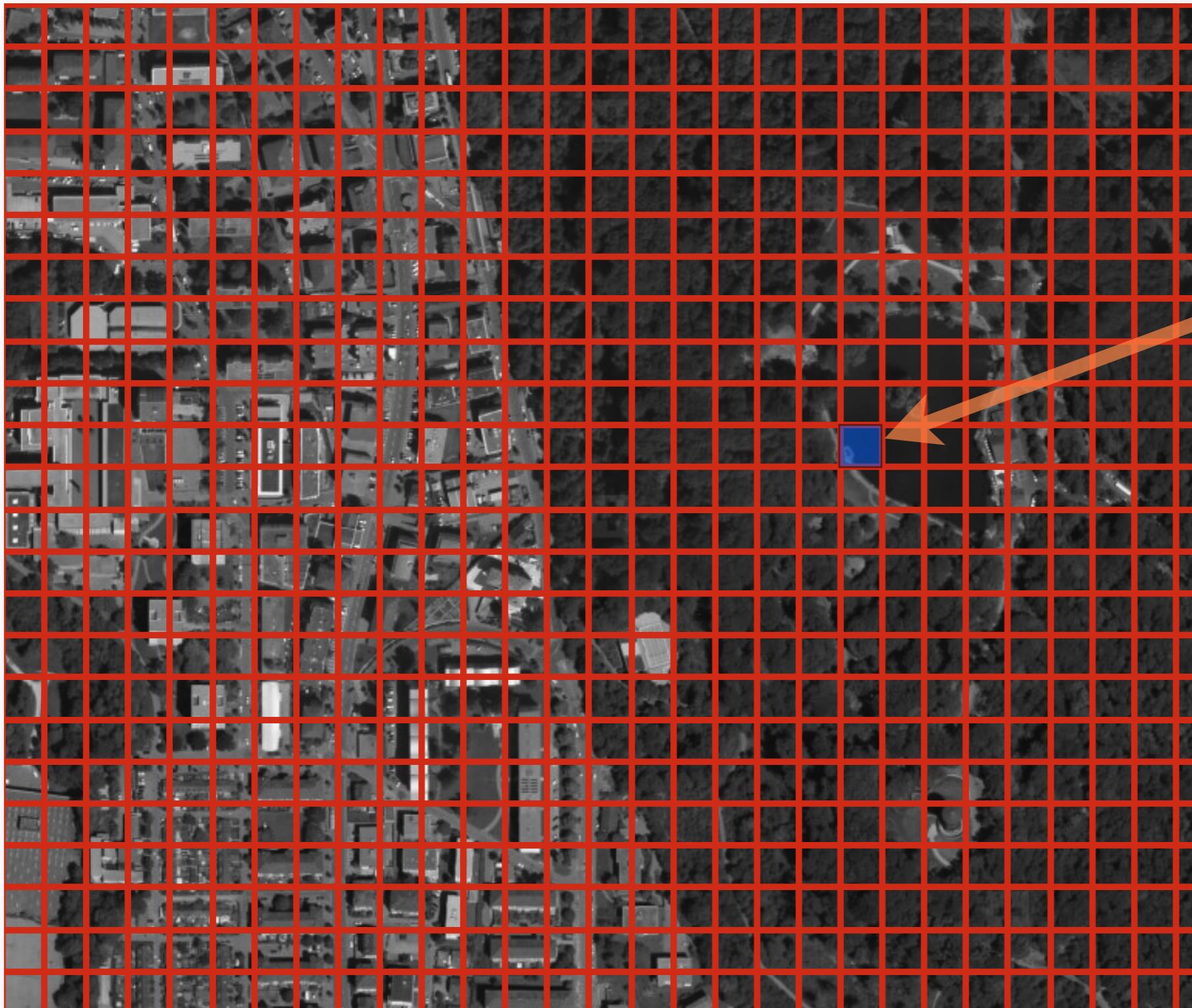
Modèle numérique d'altitude



Utilisation du sol



Images: unités d'observation régulières (picture element = pixel)



Unité
d'observation
régulième

Pour avoir une
représentation de
meilleure qualité, il
faut avoir un grille
plus fine...
→ résolution

Résolution



- .. La taille d'un pixel définit la **résolution d'une image**
- .. On appelle «**définition**» le **nombre de pixels** constituant l'image: c'est la «dimension informatique» (p.ex. 640x480)
- .. On appelle **résolution le nombre de pixels par unité de surface**: exprime le rapport entre le nombre de pixels d'une image et la taille réelle de sa représentation physique
 - .. P.ex. un pixel d'une image peut avoir une taille de 0.2 mm **sur le papier** (généralement mesuré en dpi: dots per inch)
 - .. En même temps, un pixel d'une **image raster géographique** représente une taille sur le territoire (mesuré en mètres, centimètres etc.). Par exemple sur une photo aérienne, la résolution peut être de 50 cm (alors un pixel = 50 cm, une voiture de 4 mètres se trouverait alors sur environ 8 pixels)

Résolution

0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	2	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0
0	0	0	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2

- Un pixel mesure
30 mètres en réalité
= résolution de
30 mètres

- Un pixel mesure
0.2 mm sur le papier

→ notion d'échelle !

Modèles de la réalité: résumé

Modèle OBJET



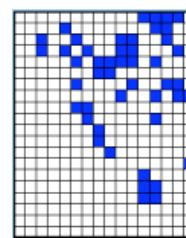
L'unité d'observation
est un *objet*

Découpage de l'espace
en objets

Dépend d'une vision
spécifique de la réalité
ou
d'une thématique

Objets spatiaux comme «origine» de
l'exploitation (*a priori*)

Modèle IMAGE



L'unité d'observation
est une *maille* rectangulaire

Découpage arbitraire de l'espace en
maille, *indépendamment* de la
thématique

Les objets visualisés sont des
agrégations de mailles
thématiquement semblables et
contigües

Objets spatiaux comme «produit» de
l'exploitation (*a posteriori*)

Raster vs. vecteur

- .. Avantages du format vectoriel
 - .. Agrandissement sans perte de qualité graphique
 - .. Affichage sous forme de couches (calques)
 - .. Manipulation aisée des objets
- .. Avantages du format raster
 - .. Possibilité de modéliser des **surfaces continues**; valeurs changeant graduellement et non de manière abrupte
 - .. Facilité de l'acquisition des données (scannage, photo aérienne, satellite)
 - .. Facilité de manipulation et d'accentuation des images

Synthèse

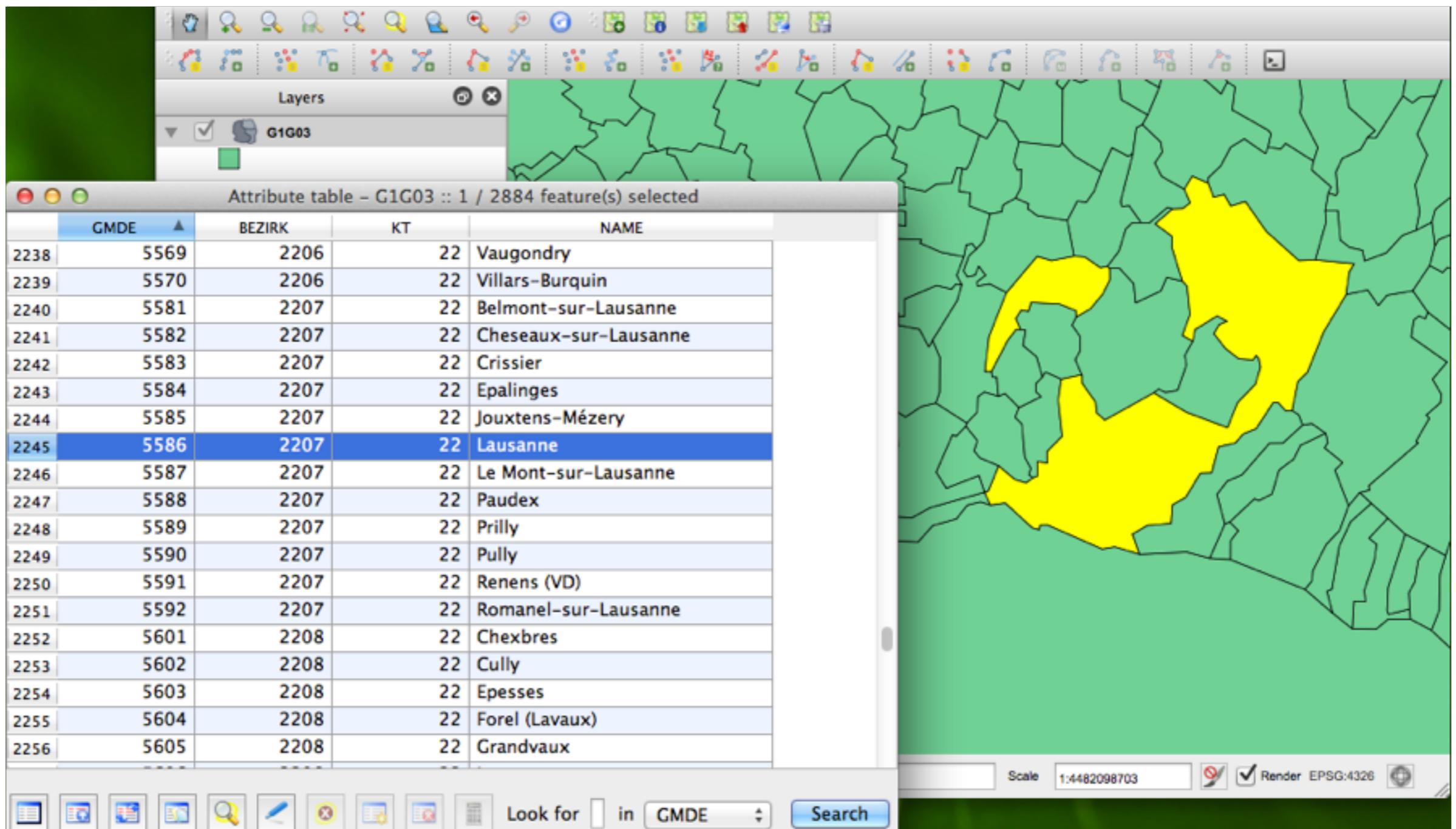
- .. Contenant: l'information géométrique
- .. Deux approches pour modéliser la réalité:
objet/vecteur et image/raster
- .. Vecteur: points, lignes, polygones
 - .. Objets discrets avec limite précise
- .. Raster: grille régulière avec taille de cellule définie
 - .. Phénomène continue, pas de limite précise
 - .. Résolution: taille de la cellule (=pixel)

Du modèle vectoriel à la notion de couche...

Attributs des entités géographiques

- .. Chaque entité géographique possède une série **d'attributs** (propriétés)
- .. La table d'attributs (**attribute table**) rassemble les attributs d'un ensemble de features.
 - .. Une ligne d'une table d'attributs représente une entité géographique
 - .. Une colonne de la table d'attributs représente un attribut.

Table des attributs: exemple



Feature

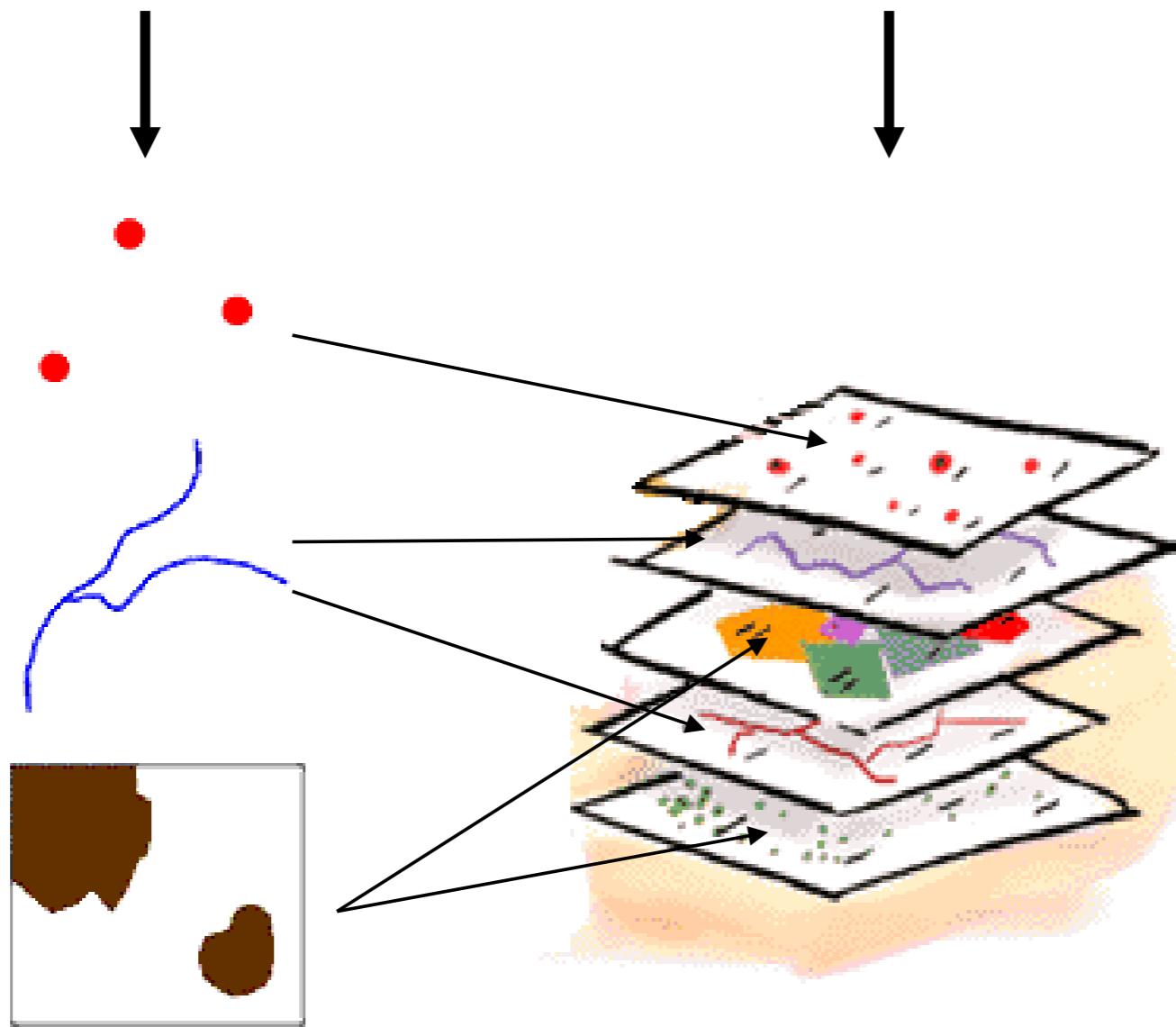
- .. Un **Feature** (ou entité) est un objet géographique avec géométrie et attributs.
- .. Chaque feature possède un identifiant unique: **Feature ID (FID)**, parfois appelé **Geocode**.
 - .. Le FID se trouve généralement dans une colonne de la table des attributs
 - .. Parfois juste un numéro sériel, mais souvent un «vrai» numéro ou code avec une logique
 - .. P.ex. les communes suisses possèdent un géocode donné par l'OFS de 4 chiffres (5586 = Lausanne)

La notion de couche

- .. Une **couche** (anglais: **layer**) est un ensemble de **Features**, parfois appelé **FeatureCollection**
- .. Une couche rassemble typiquement les entités géographiques de manière thématique
 - .. P.ex. une couche des limites communales, une couche pour les lacs, une pour les forêts, routes, etc.
- .. On parle aussi de **couche vectorielle** ou **couche vecteurs**

La notion de couche

1 type d'entités = 1 couche



Villes
Rivières
Communes
Routes
Forêts
...

La notion de couche

- .. Le modèle vectoriel décompose la réalité en éléments géométriques discrets
- .. La notion de couche décompose la réalité en ensemble d'objets similaires
- .. Dans la pratique, on parle aussi de couche pour une image raster (= couche raster)

Les couches vectorielles dans la pratique: les fichiers Shape

- .. Un «**fichier Shape**» est un format de fichier très répandu pour stocker toutes les informations d'une couche vectorielle (géométries et attributs)
- .. Un «fichier Shape» est en réalité constitué de plusieurs fichiers de même nom mais d'extension différente
 - .. Un «fichier Shape» comprend au minimum trois fichiers avec extensions **.shp** (contient les géométries), **.dbf** (contient la table d'attributs), et **.shx** (fait le lien entre les deux précédents)
 - .. Un «fichier Shape» peut également avoir un fichier **.prj** contenant le système de coordonnées
 - .. D'autres fichiers peuvent aussi être présents mais servent uniquement à accéler l'affichage des données

Fichiers Shape

1 fichier Shape

Name	Date Modified		
 k4polg20100101gf_ch2007poly.dbf	8 déc. 2009 12:56	335 KB	OpenOffice.org Document
 k4polg20100101gf_ch2007poly.prj	9 janv. 2009 12:24	537 bytes	Unix Executable File
 k4polg2010010...ch2007poly.shp	8 déc. 2009 12:56	633 KB	ESRI Shape document
 k4polg2010010...ch2007poly.shx	8 déc. 2009 12:56	21 KB	Unix Executable File
 k4polg2010010...ch2007pnts.dbf	8 déc. 2009 12:57	335 KB	OpenOffice.org Document
 k4polg20100101zg_ch2007pnts.prj	9 janv. 2009 12:24	537 bytes	Unix Executable File
 k4polg2010010...ch2007pnts.shp	8 déc. 2009 12:57	73 KB	ESRI Shape document
 k4polg2010010...ch2007pnts.shx	8 déc. 2009 12:57	21 KB	Unix Executable File

Jusqu'à la semaine prochaine...

- .. Devoirs:
 - .. Lecture dans Lambert & Zanin 2016:
 - .. Chapitre 1: Le fond de carte, section 1: les objets géographiques
 - .. Exercice 2 (sur Moodle)
 - .. Prise en main de QGIS (QuantumGIS)
 - .. Modèles raster et vecteur