

Modélisation du territoire

Modes raster et vecteur

Christian Kaiser
Cartographie & SIG
Semaine 2

Aujourd’hui...

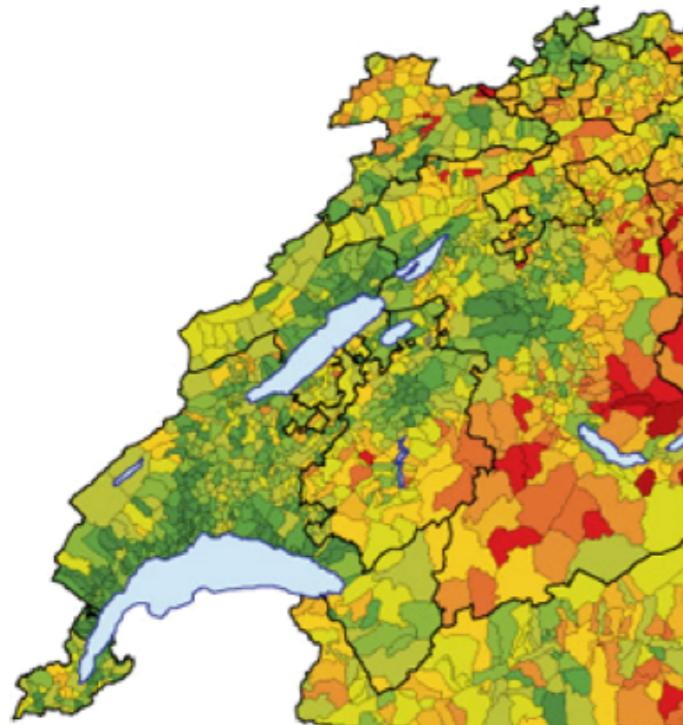
- .. L’information géographique
- .. Carte = Contenant + Contenu
- .. Contenant: l’information géométrique
 - .. Vocabulaire et concepts
 - .. Modélisation cartographique de la réalité
- .. Modèles vectoriel et raster
- .. Notion de couches

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 de population par rapport à 1990 (X = augmentation, - = diminution)	Population résidente en 1990	Population résidente en 2000	Changement de population par rapport à 1990	Total population résidente de l'agglomération en 2000
0111	ZH	Bäntwil	0121		3192	4172	390	44015
0117	ZH	Brüttisellen	0121		837	917	74	1178
0121	ZH	Wetzikon (ZH)	0121		16696	18129	1423	1423
0173	ZH	Hittnau	0121		2087	2965	898	2965
0177	ZH	Wohlen	0121		9162	9992	410	9992
Winterthur								
0031	ZH	Henggart	0230		1230	1621	391	123416
0215	ZH	Dättlikon	0230	X	491	529	38	529
0216	ZH	Wettingen	0230		1231	1231	0	1231
0219	ZH	Elsau	0230		2575	2900	325	2900
0221	ZH	Hettlingen	0230		1589	2383	794	2383
0222	ZH	Wettswil	0230		371	420	79	420
0224	ZH	Pfeffingen	0230		2281	2486	205	2486
0225	ZH	Rickenbach (ZH)	0230		1890	2027	137	2027
0227	ZH	Seuzach	0230		5558	6558	1000	6558
0228	ZH	Wettswil an der Glâne	0230		3420	4020	599	4020
0230	ZH	Winterthur	0230		86959	90483	3524	90483
0231	ZH	Zell (ZH)	0230		4200	4595	395	4595
Zürich								
0001	ZH	Altstetten am Albis	0261		1230	1544	314	1060728
0002	ZH	Altdorf am Albis	0261		9481	10314	833	10314
0003	ZH	Bonstetten	0261		2717	3893	1176	3893
0004	ZH	Brüttisellen	0261		2109	2397	287	2397
0007	ZH	Knori	0261	X	1045	1445	400	1445
0009	ZH	Mettmenstetten	0261		2678	3724	846	3724
0010	ZH	Ofterswilen	0261		3818	4182	364	4182
0011	ZH	Oltenbach	0261		2024	2141	117	2141
0013	ZH	Stäflikon	0261		2029	2608	580	2608
0014	ZH	Wettswil am Albis	0261		3425	3784	359	3784
0015	ZH	Wettswil an der Glâne	0261		2687	3030	343	3030
0052	ZH	Bassersdorf	0261		6823	7515	692	7515
0053	ZH	Bülach	0261		13472	13999	527	13999
0054	ZH	Dielsdorf	0261		5685	6281	596	6281
0055	ZH	Gümligen	0261		2531	2531	0	2531
0056	ZH	Embrach	0261		7194	7744	550	7744
0057	ZH	Freienstein-Teufen	0261		1818	2127	309	2127
0058	ZH	Gümligen	0261		2024	3244	1220	3244
0059	ZH	Hünenberg	0261		1163	1579	416	1579
0060	ZH	Höri	0261		1664	2300	436	2300
0081	ZH	Hünwangen	0261	X	697	762	65	762
0082	ZH	Iberg	0261		1514	1776	162	1776
0083	ZH	Lufingen	0261		952	1172	220	1172
0084	ZH	Nüniedorf	0261		3648	4475	529	4475
0085	ZH	Oftikon	0261		1024	1200	176	1200
0087	ZH	Reichenbach	0261	X	2569	3395	726	3395
0088	ZH	Rorbas	0261		1987	2201	214	2201
0089	ZH	Walisellen	0261		11216	11939	723	11939
0090	ZH	Wettswil an der Glâne	0261	X	460	550	90	550
0071	ZH	Wil (ZH)	0261	X	1119	1317	198	1317
0072	ZH	Winkel	0261		2313	3317	1004	3317
0082	ZH	Boppelsen	0261		829	1018	189	1018
0084	ZH	Wettswil an der Glâne	0261		64741	64741	0	64741

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
0111	ZH	Bäretswil	0121		3782	4172	390
0117	ZH	Hinwil	0121		8379	9157	778
0173	ZH	Hittnau	0121		2067	2965	898
0177	ZH	Pfäffikon	0121		9182	9592	410
0031	ZH	Henggart	0230		1230	1621	391
0212	ZH	Dättlikon	0230	X	491	529	38
0216	ZH	Wettswil	0230		1240	1381	61
0219	ZH	Eichorn	0230		2876	2960	325
0221	ZH	Hettlingen	0230		1589	2383	794
0223	ZH	Nefenbach	0230		3731	4504	773
0224	ZH	Pfungen	0230		2261	2486	225
0225	ZH	Rickenbach (ZH)	0230		1690	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	Altstetten am Albis	0261		1230	1544	314
0002	ZH	Altstetten am Albis	0261		9461	10314	853
0003	ZH	Bonstetten	0261		2717	3893	1176
0005	ZH	Hedingen	0261		2190	2991	801
0007	ZH	Knonau	0261	X	1045	1445	400
0009	ZH	Mettemstetten	0261		2876	3724	848
0010	ZH	Oofelden	0261	X	3818	4182	364
0011	ZH	Ottikonbach	0261		2038	2164	126
0013	ZH	Stallikon	0261		2020	2608	588
0014	ZH	Wettswil am Albis	0261		3425	3784	359
0051	ZH	Bachenbülach	0261		280	3083	188
0052	ZH	Beinwil	0261		6023	7615	892
0053	ZH	Bülach	0261		13472	13999	527
0054	ZH	Dietikon	0261		5885	6281	396
0055	ZH	Egolzwil	0261	X	2659	2893	234
0056	ZH	Embrach	0261		7194	7744	550
0057	ZH	Freienstein-Teufen	0261		1818	2127	309
0058	ZH	Glaifelden	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	Kehrsatz	0261		16148	17100	102
0063	ZH	Lufingen	0261		152	1172	220
0064	ZH	Nürensdorf	0261		3846	4475	529
0066	ZH	Opfikon	0261		11872	12062	190
0067	ZH	Rafz	0261	X	2599	3385	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	Will (ZH)	0261	X	1119	1317	198
0072	ZH	Winkel	0261		2313	3317	1004
0082	ZH	Boppeisen	0261		829	1018	189
0083	ZH	Taufen	0261		24121	24421	KRK

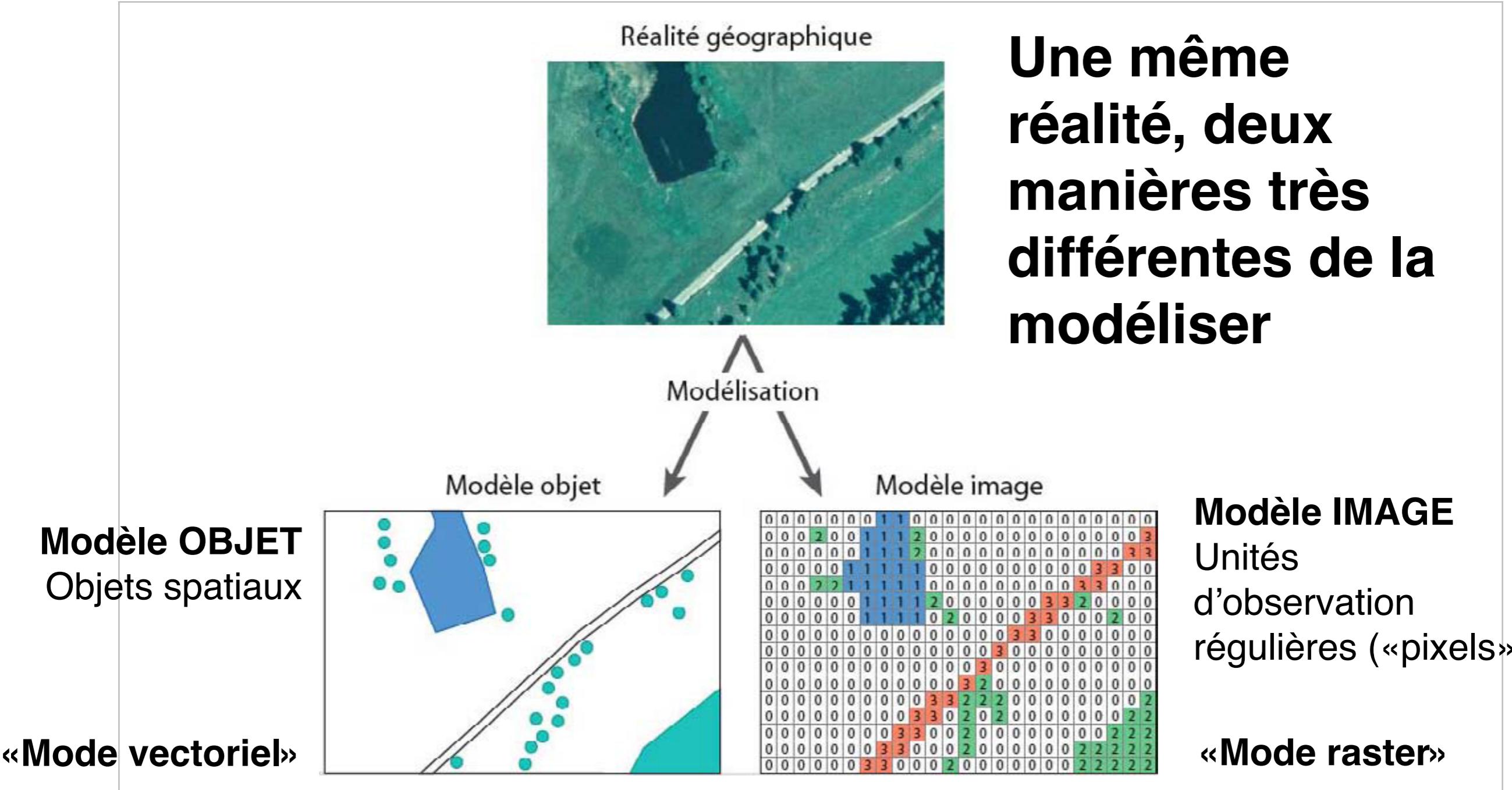
L'information géométrique

- .. 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

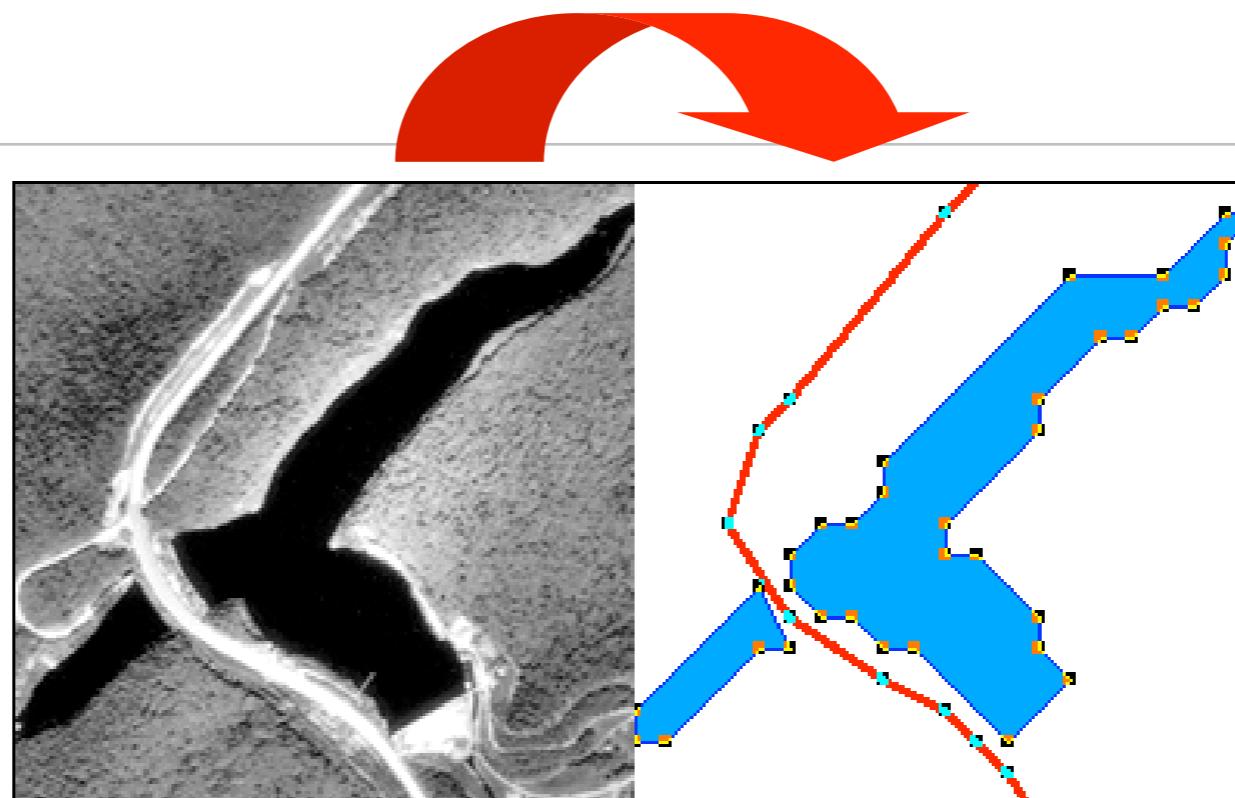
- .. Une modèle est une **représentation simplifiée** d'un objet réel
- .. **Le modèle** représente une réalité, il **ne constitue pas cette réalité** → «la carte n'est pas le territoire»
- .. Un modèle n'est pas parfaitement ressemblant, on vise une ressemblance suffisante, qui dépend de l'utilisation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

2 modèles de la réalité



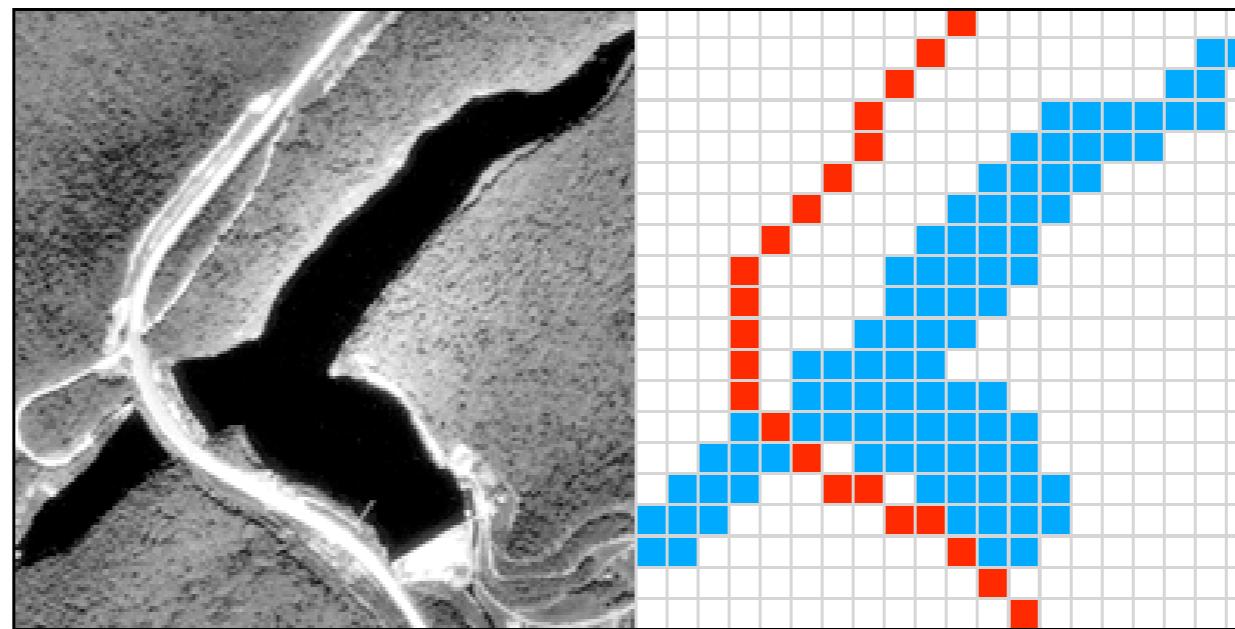
Exemple

**Modèle
OBJET**



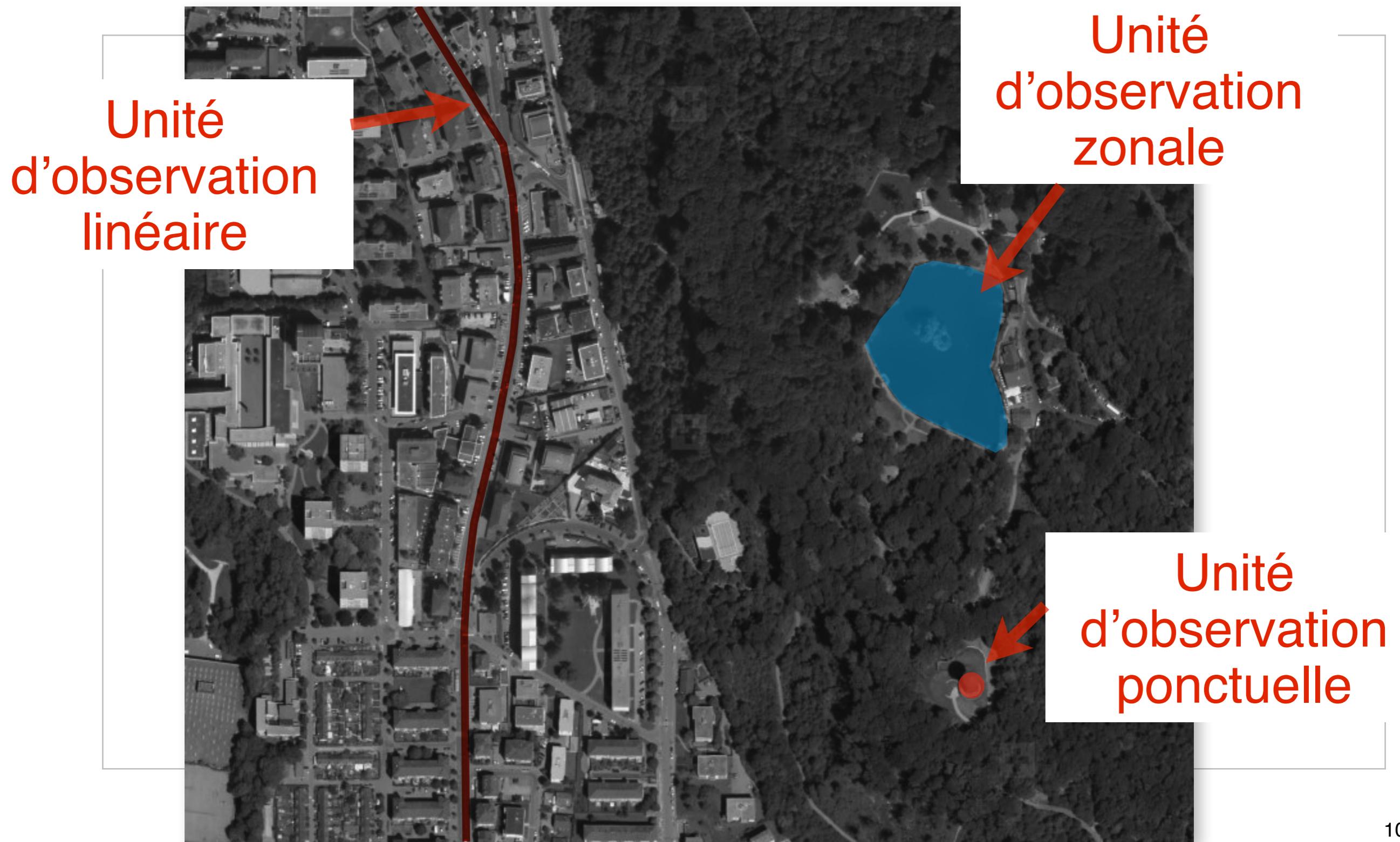
Points
Lignes
Polygones

**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

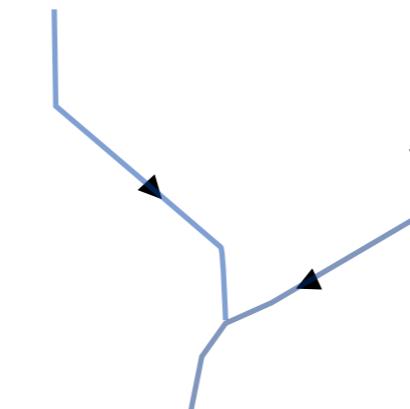
- Borne d'hydrante, placette, bâtiment, etc...

- (x,y)

Unité linéaire

Objet modélisé par un segment, une ligne, un réseau

- tronçon routier, réseau hydrographique, etc...



Unité zonale

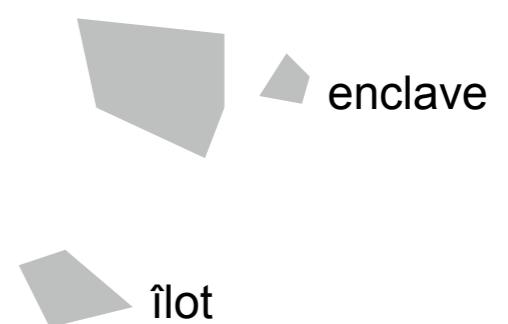
Objet représenté par une ou plusieurs unités surfaciques

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

1. Unité zonale simple



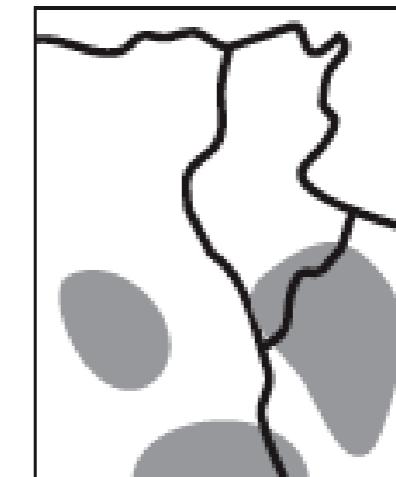
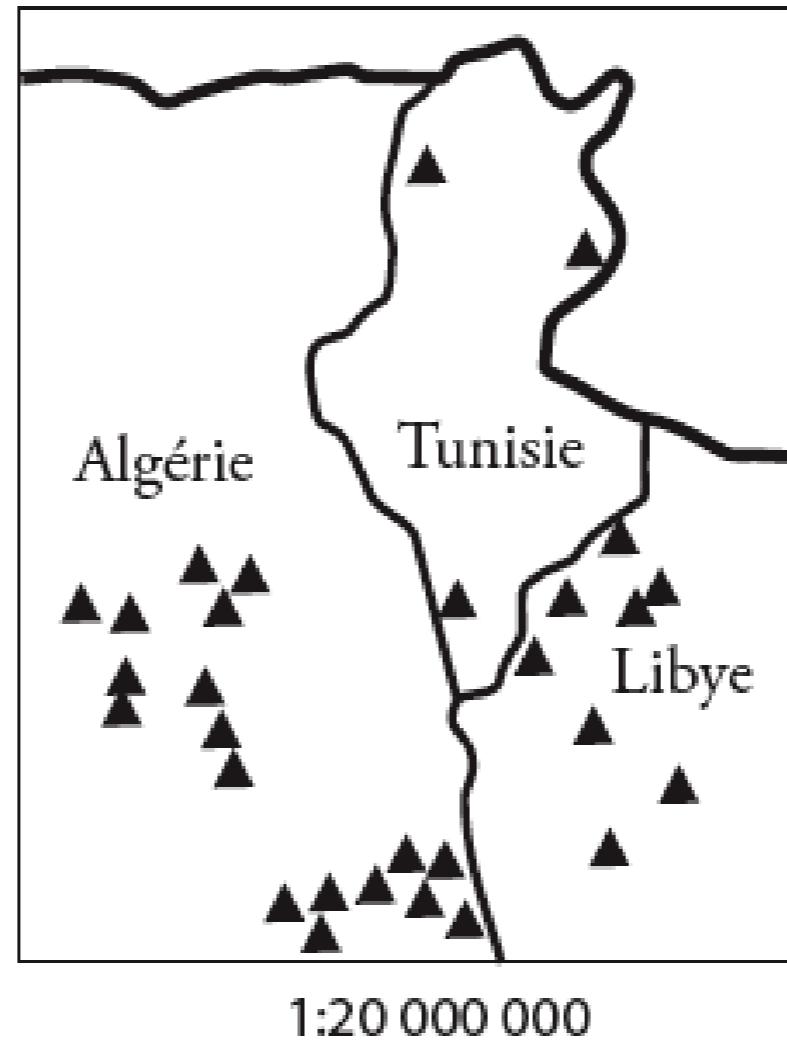
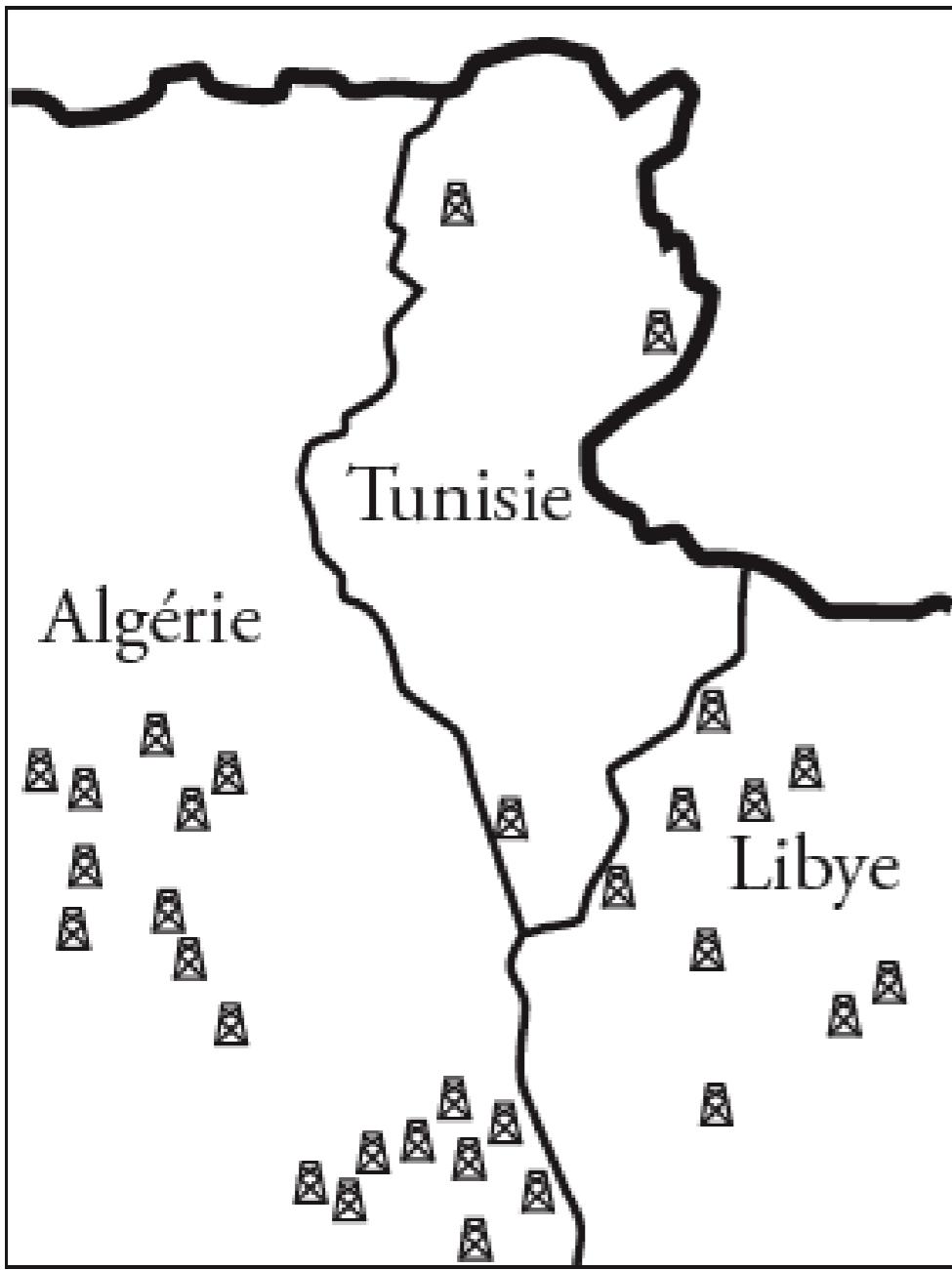
2. Unité zonale complexe



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

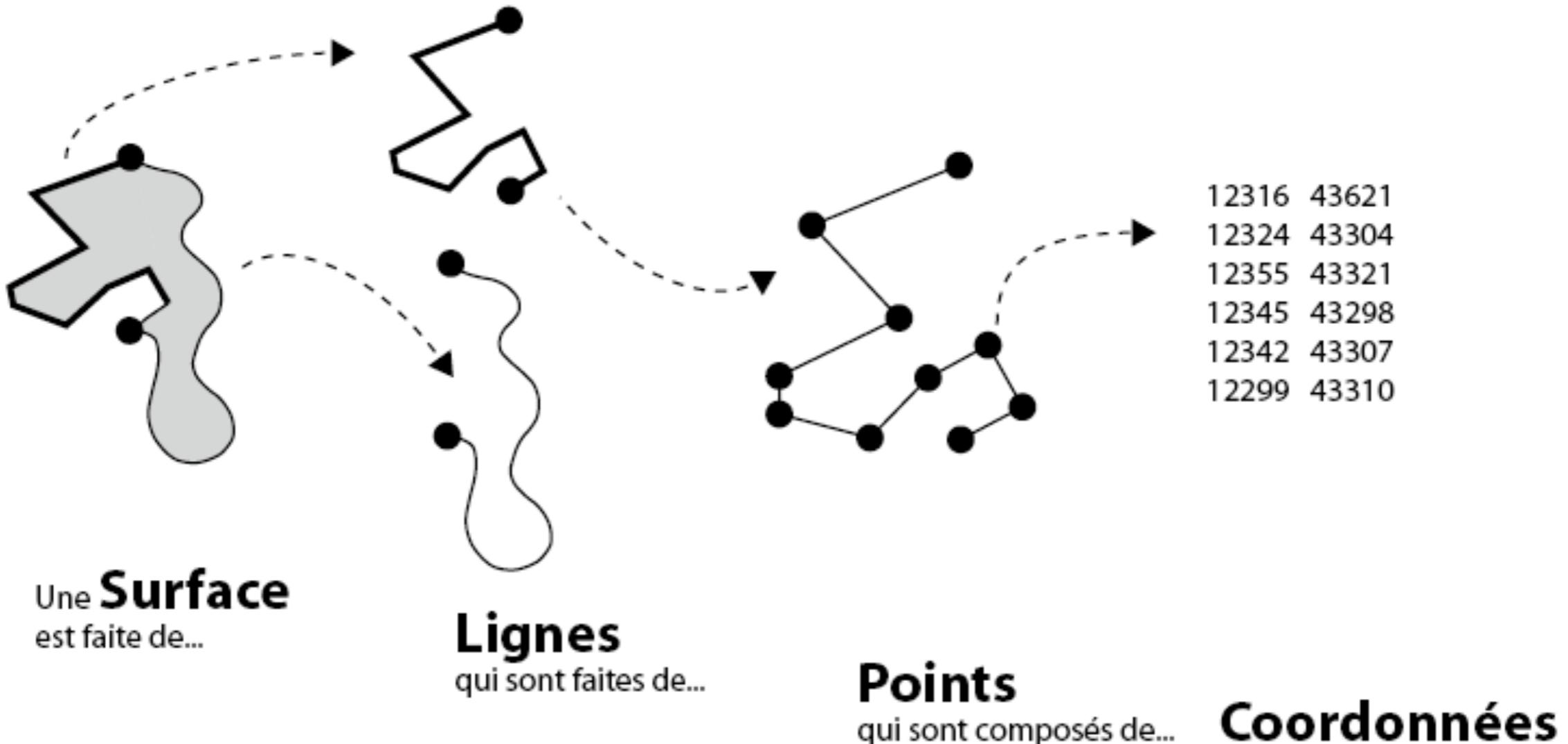
Observation versus représentation



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



Une **Surface**
est faite de...

Lignes
qui sont faites de...

Points
qui sont composés de...

Coordonnées

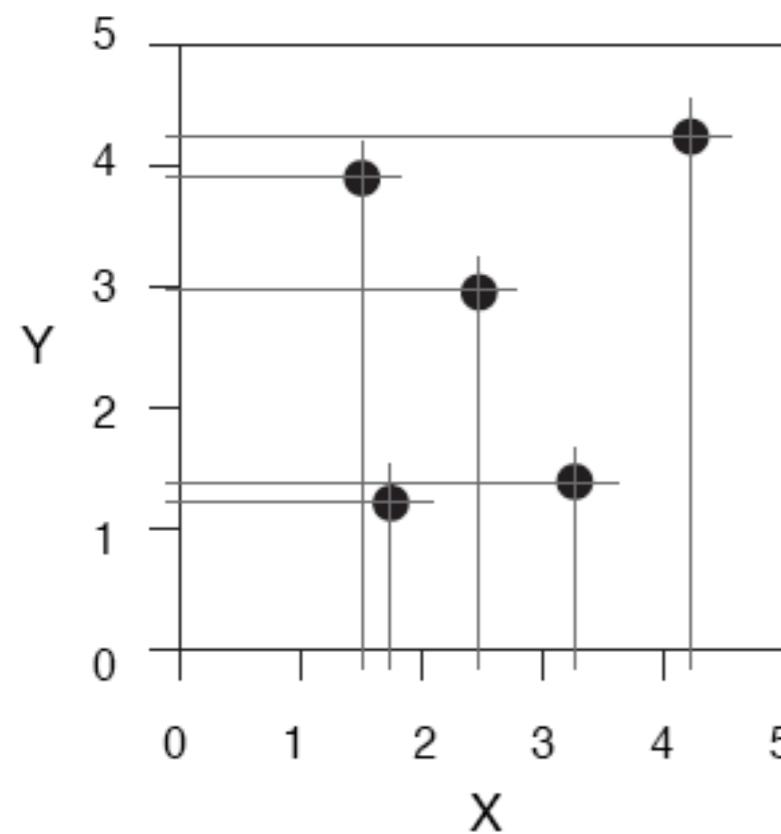
Les surfaces (2 dimensions), sont composées de lignes (1 dimension)
qui sont composées à leur tour de points (0 dimension)
que définissent des paires de coordonnées.

Objets géométriques: 3 primitives

Les éléments de base de l'information graphique vectorielle

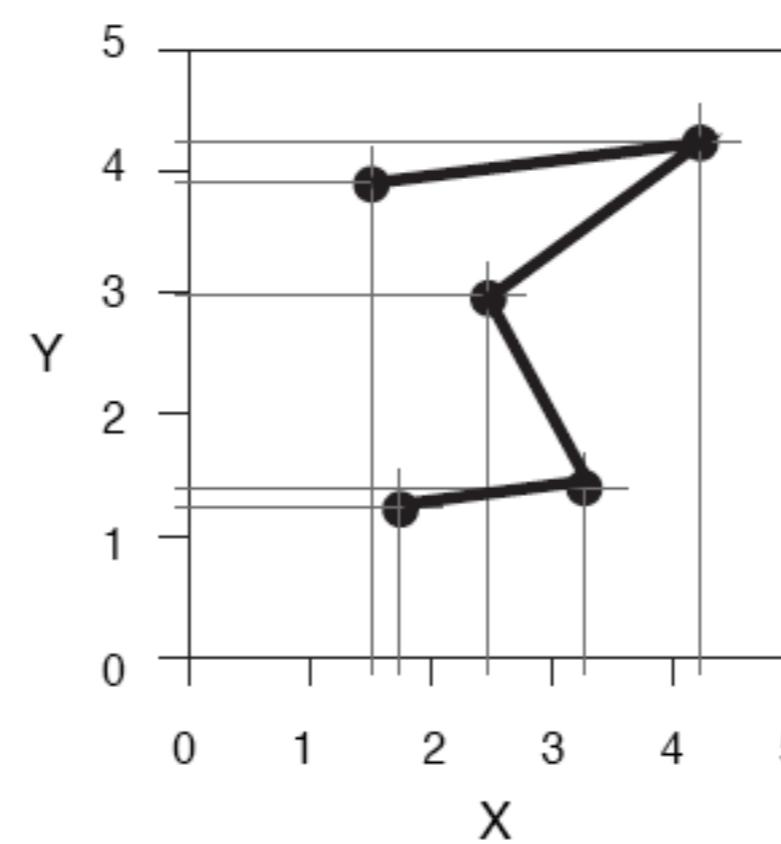
Points

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



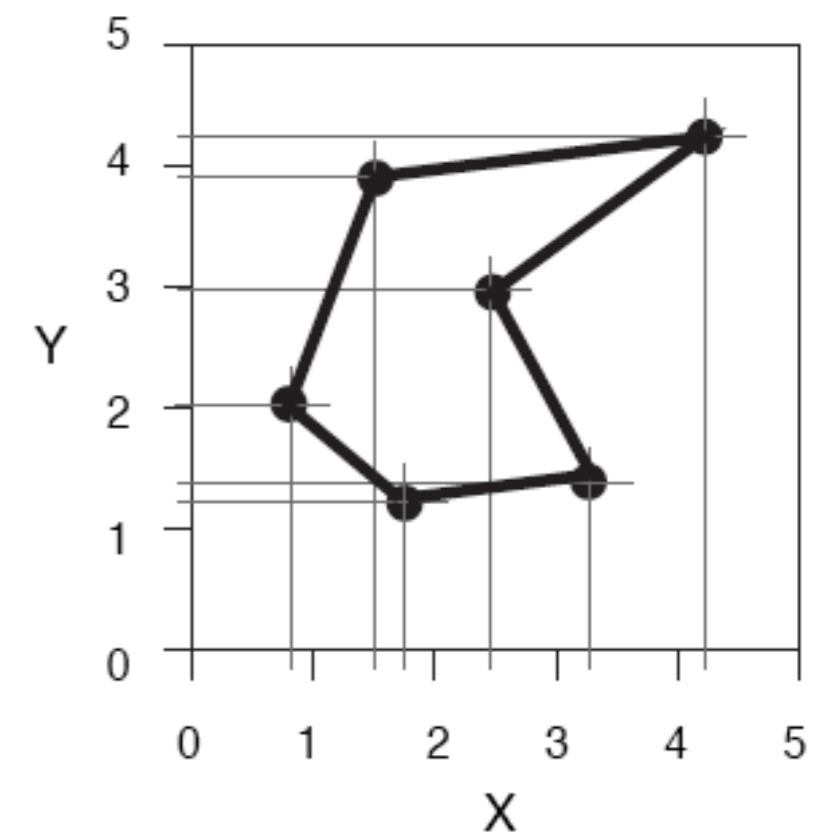
Lignes ou polylinées

(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]



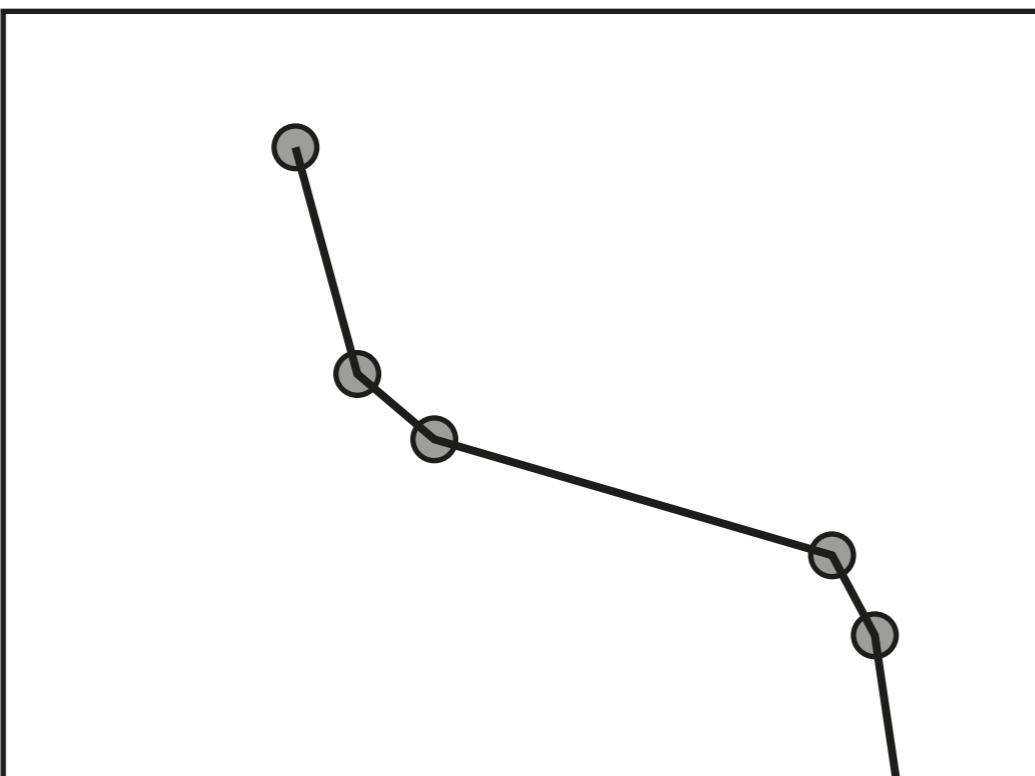
Représentation graphique

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]



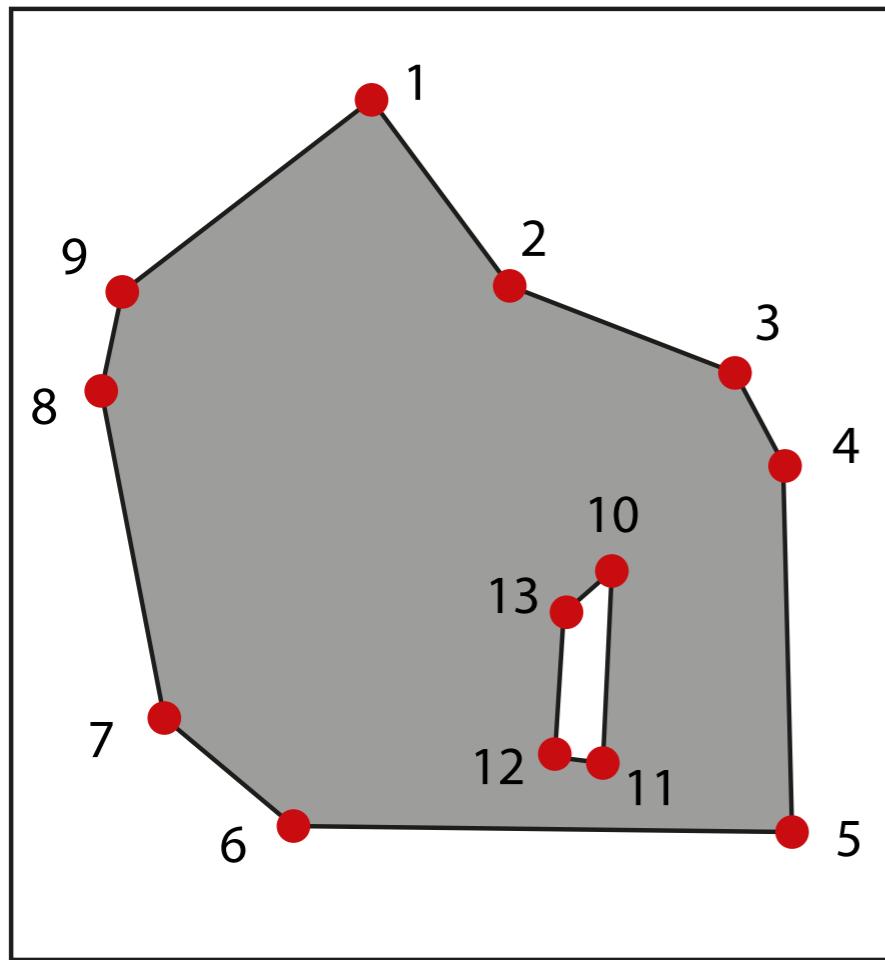
Représentation graphique

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]



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	

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

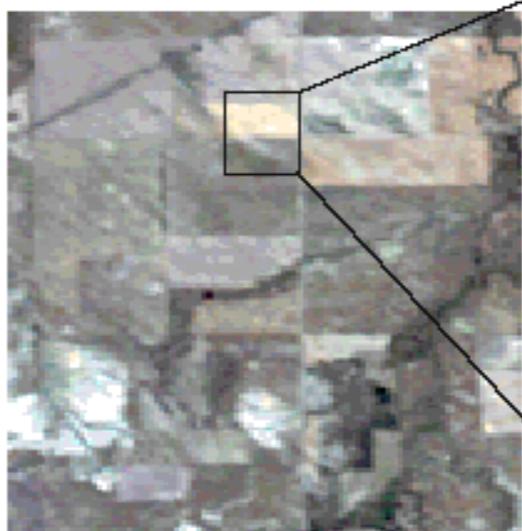
Polygone complexe:
Polygone constitué d'un anneau exterieur et d'un ou plusieurs anneaux intérieurs (= trous)

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

Représentation digitale

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

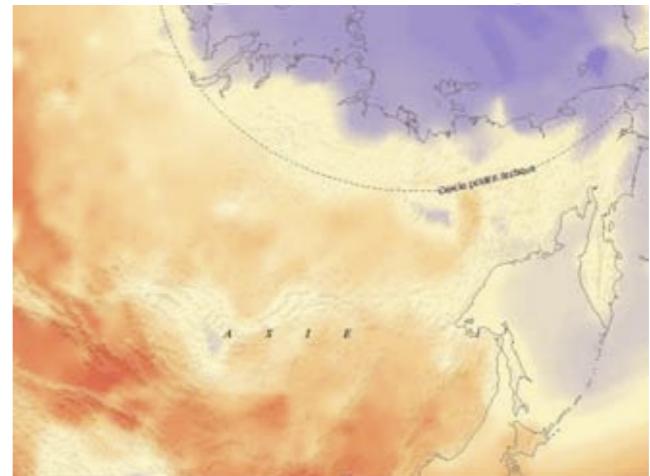


Image satellite



Photo aérienne

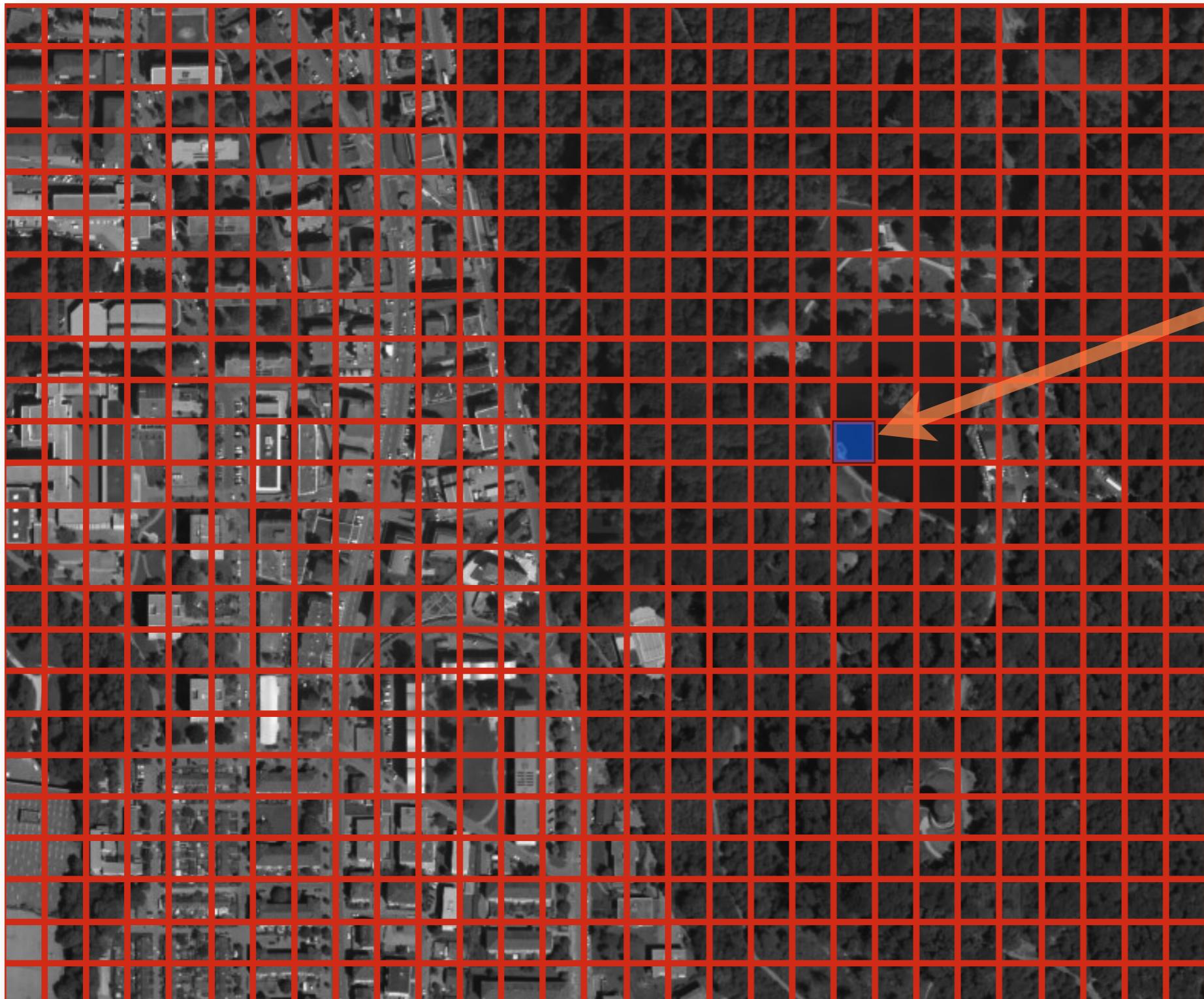
Modèle numérique d'altitude



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



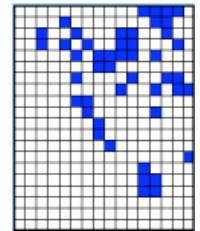
L'unité d'observation
est un *objet*

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

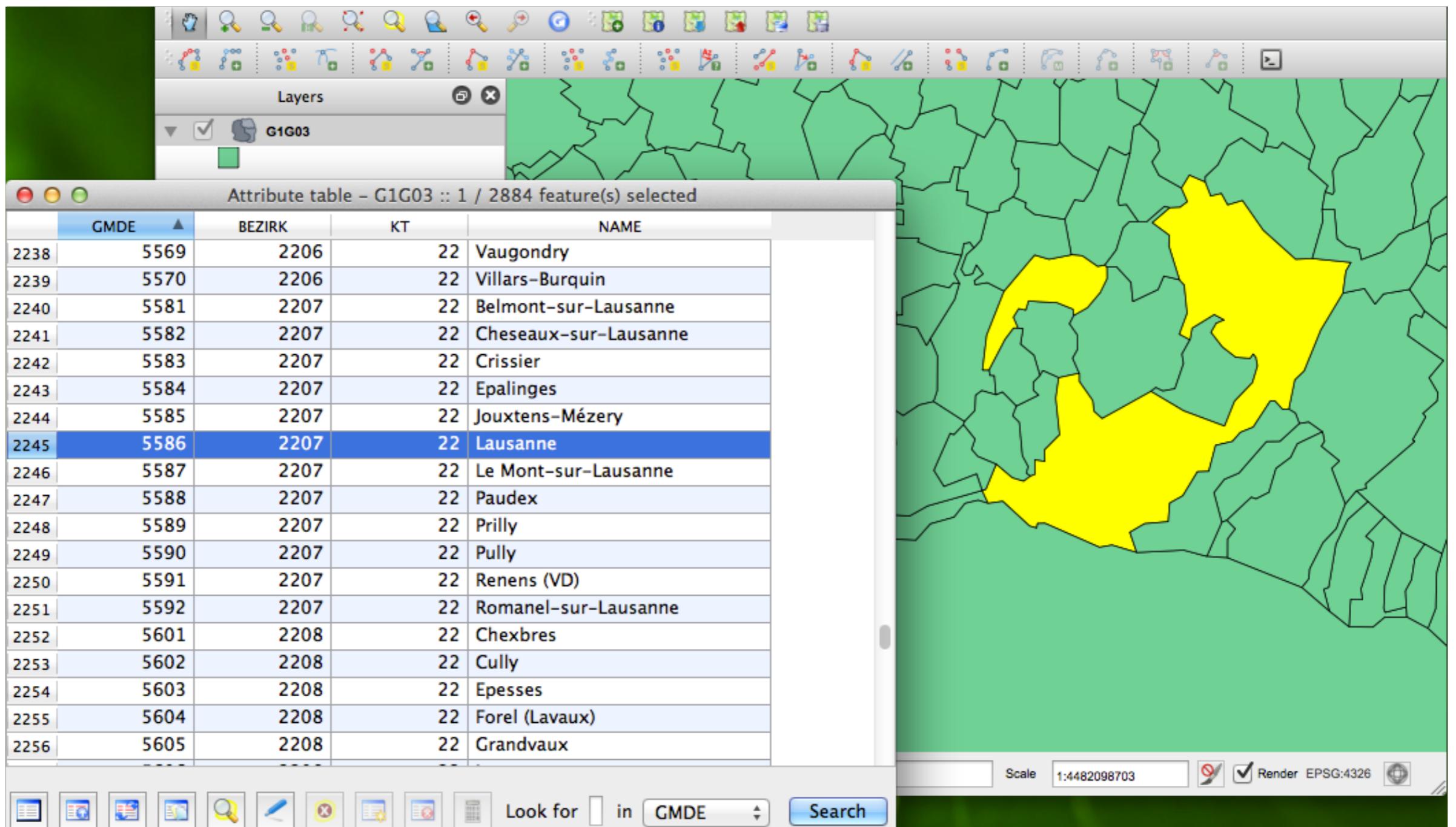
- .. Contenant: l'information géométrique
- .. Deux approches pour modéliser la réalité:
objet/vecteur et image/raster
- .. Vecteur: points, lignes, polygones
 - .. Objets discrets avec limite précise
- .. Raster: grille régulière avec taille de cellule définie
 - .. Phénomène continue, pas de limite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

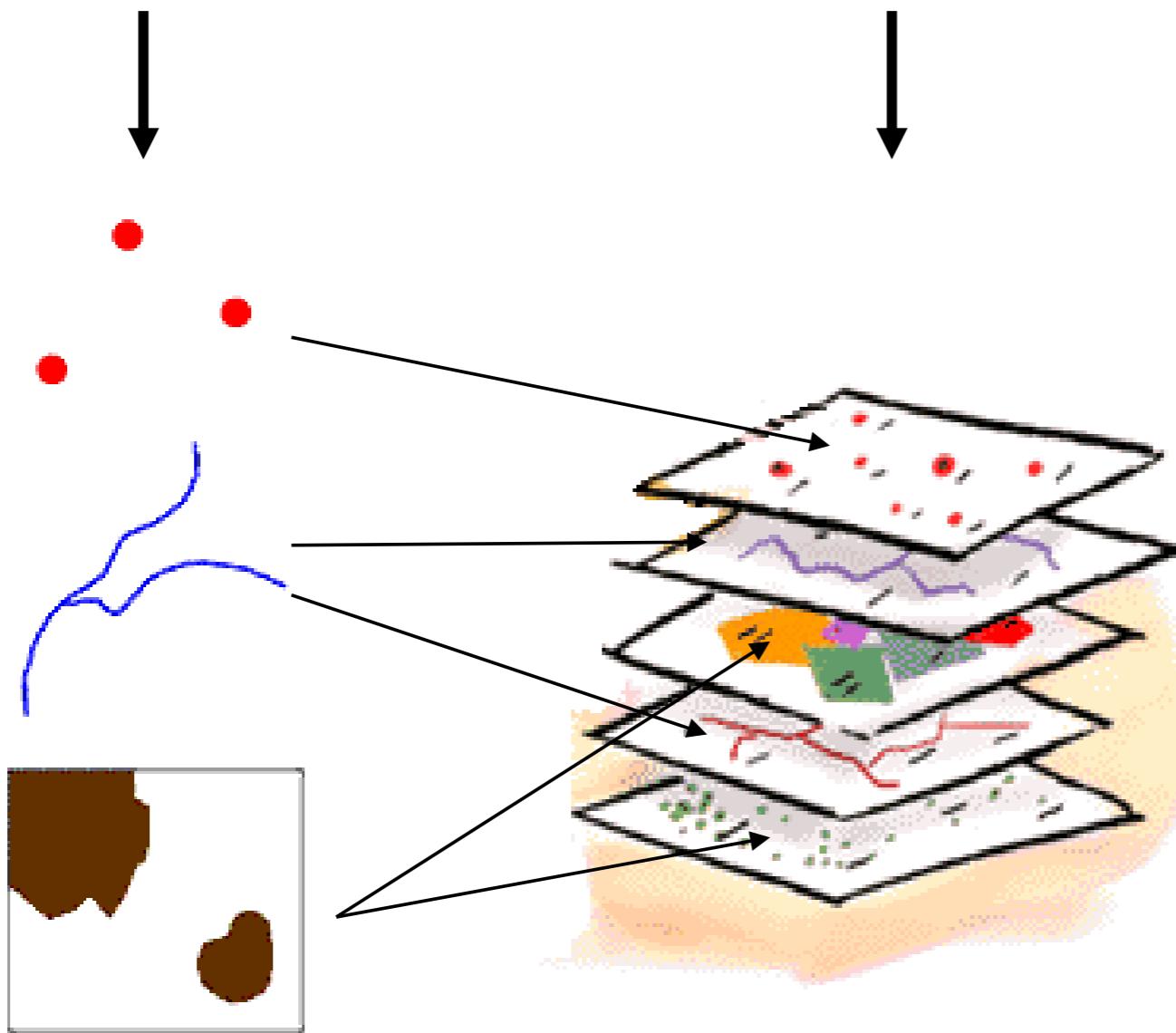
- .. Un **Feature** (ou entité) est un objet géographique avec géométrie et attributs.
- .. Chaque feature possède un identifiant unique: **Feature ID (FID)**, parfois appelé **Geocode**.
 - .. Le FID se trouve généralement dans une colonne de la table des attributs
 - .. Parfois juste un numéro sériel, 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