



National Polytechnic School of Oran – Maurice Audin (Polytech'Oran)
Computer Systems Engineering Department
Information System & Telecommunication Trainning

1

Data

GEOGRAPHIC INFORMATION STORAGE

2ND STEP

Master – Information System – 2022/2023
Engineer – NT – 2022/2023

Dr. BRAHAMI Menaouer (Associate Professor)
E-mail: menaouer.brahami@enp-oran.dz

Année universitaire 2022/2023

Réalisé par: BRAHAMI Menaouer
Associate Professor, Knowledge Engineering and Management

Objectifs d'un SIG

2

Le SIG comme outil informatique, a pour objectif de :

- Constituer l'outil de préparation et d'organisation des **données**. Il fournit à ces opérations **l'information géographique** nécessaires à l'identification des entités spatiales en plus de l'organisation du travail sur le terrain ;
- Présenter un nouveau moyen d'intégration des **informations** afin de les traiter, analyser et synthétiser sous forme de **cartes thématiques** ou rapports synthétiques ;
- Fournir l'outil de suivi de l'évolution de **l'information spatiale** en actualisant la **base cartographique** en lui intégrant d'autres les plus récentes;
- Mettre à la disposition des utilisateurs des **informations statistiques** sous forme de cartes ou plans pour la **prise de décision**;
- Faciliter la **consultation et la diffusion des informations statistiques spatiales**;
- Accroître la **précision des résultats** et réduire les coûts de mise à jour et de production massive des **information géographiques** (cartes de bonnes qualités);
- Garantir de **meilleurs services** et des délais de réponse rapides aux différents utilisateurs de **l'information statistiques**.

Données géographiques

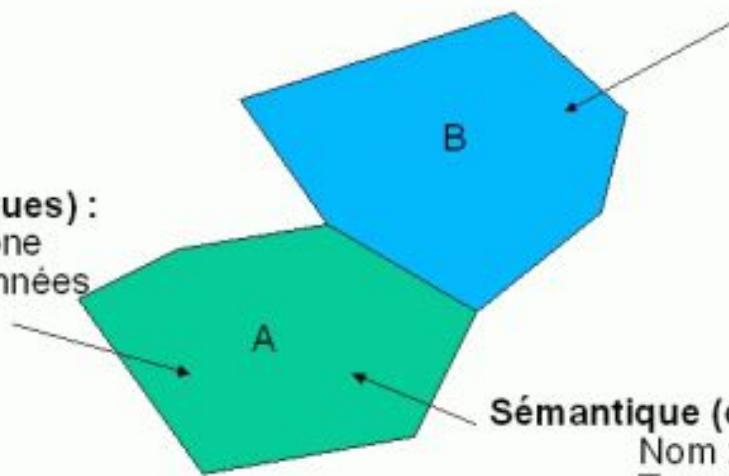
3

- Les **données géographiques** sont décrites selon **3 niveaux** de description :
 - le niveau **géométrique** décrit la forme et la localisation de l'objet : ce sont les **données géométriques**,
 - **Les données géométriques décrivent la forme et la position des données géographiques:** Elles sont représentées par des **points**, des **lignes** ou des **surfaces**.
 - le niveau **sémantique**, décrit les informations permettant de caractériser l'objet géographique: il s'agit de sa **définition** et de ses **données attributaires** (nom, surface, type, nombre d'habitant...),
 - **Les données attributaires fournissent les informations caractérisant la donnée géographique:** Ces attributs peuvent être de type numérique, date, texte..
 - le niveau **topologique** qui décrit les relations de l'objet avec ses **voisins**.

Les 3 niveaux de la donnée géographique

4

Géométrique (données géométriques) :
La forêt est un polygone défini par ses coordonnées



Topologique :
La forêt A est voisine de la forêt B

Sémantique (données attributaires) :
Nom : *forêt*
Type : *feuillu*
Superficie : 12

Données géométriques et attributaires



Village	
Nom	Oran
Nb. Habi	2M
Nb. Commerces	700

Route	
Type	Communale
Etat	Bon

Culture	
Espace	vert
date de mise en culture	1 mars
traitement	oui

Le stockage de l'information géographique (La représentation informatique)

5

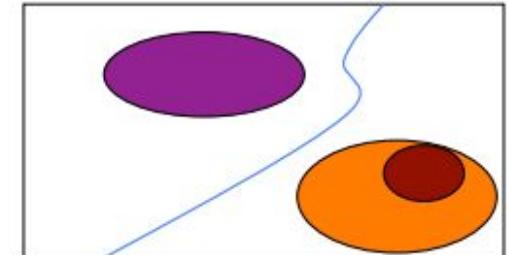
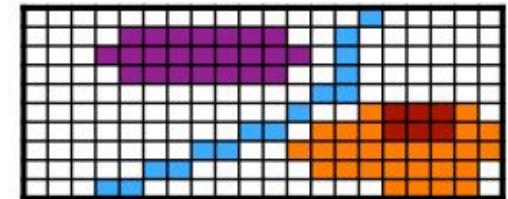
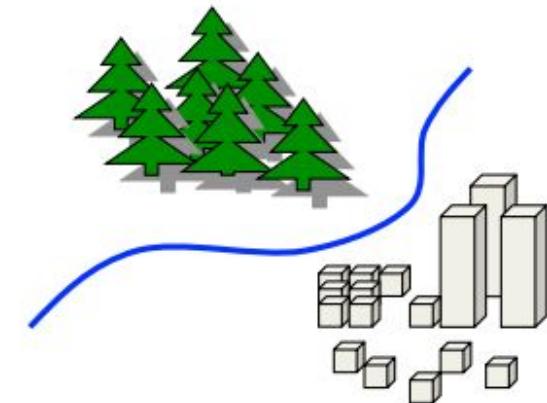
- L'information géographique peut être stockée sous deux modes :

- **Raster (maillé)**

- Décomposition en **pixels** possédant des valeurs (couleurs, champs, etc.)
 - Les données rasters (matricielle en français) sont des **images ou l'espace** est divisé en rectangle régulier (pixel). A chaque pixel est associé une ou plusieurs **valeurs (band)** permettant de décrire la donnée.
 - **Exp:** Images aériennes, Images satellitaires (Alcomsat 1, Alsat 1B, 2B, ...), Cartes scannées, etc...

- **Vecteur**

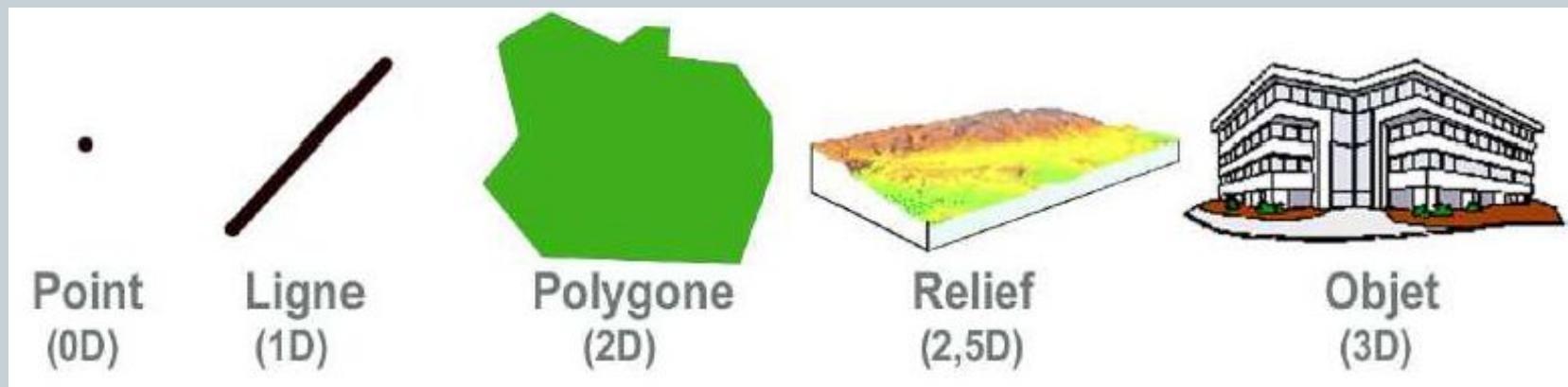
- Description par des primitives géométriques (points, lignes, surfaces).
 - Les données vecteurs sont des **données géométriques** pouvant être de plusieurs types, **Points, Polylignes, et Polygones**.



Organisation des données en mode vectoriel

6

- En **format vectoriel**, les entités géographiques sont représentées par des **objets**.
- La **base de données** est scindée en deux parties complémentaires: la géobase qui conserve la description géométrique des objets et **les tableaux d'attributs** qui composent la base de données thématiques.
- Le **stockage** des données vectoriels dépend du format utilisé (format souvent lié au logiciel utilisé).
 - **Exemple: points, lignes , polygones**



Organisation des données en mode vectoriel

7

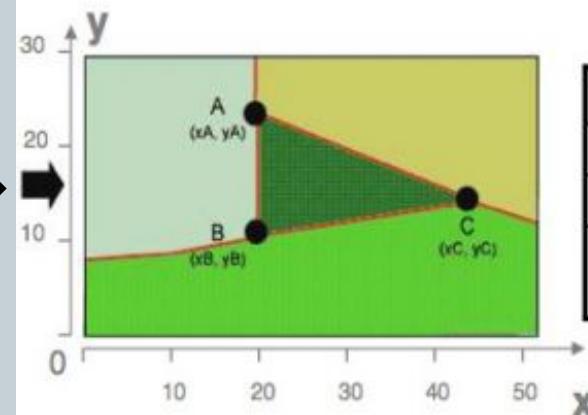
- Les **objets** de l'espace sont modélisés à l'aide de *points*, de *ligne* et de *polygones* (surface). On parle d'**objets géométriques**.
- Géométrie simple:**
 - Point : objet à zéro Dimension
 - Ligne =objet à 1 Dimension
 - Surface (polygone) = Objet à 2 Dimensions
- Géométrie complexe:**
 - Agrégats (composite) de géométrie simple

Trois types d'objets:

Ponctuels



Surfaciques



Objet	Codage
Point A	(20, 24)
Segment [AB]	((20,24),(20,10))
Zone ABC	((20,10), (42,13) , (20,24) , (20,10))

Les trois types de vecteurs (points, lignes et surfaces)

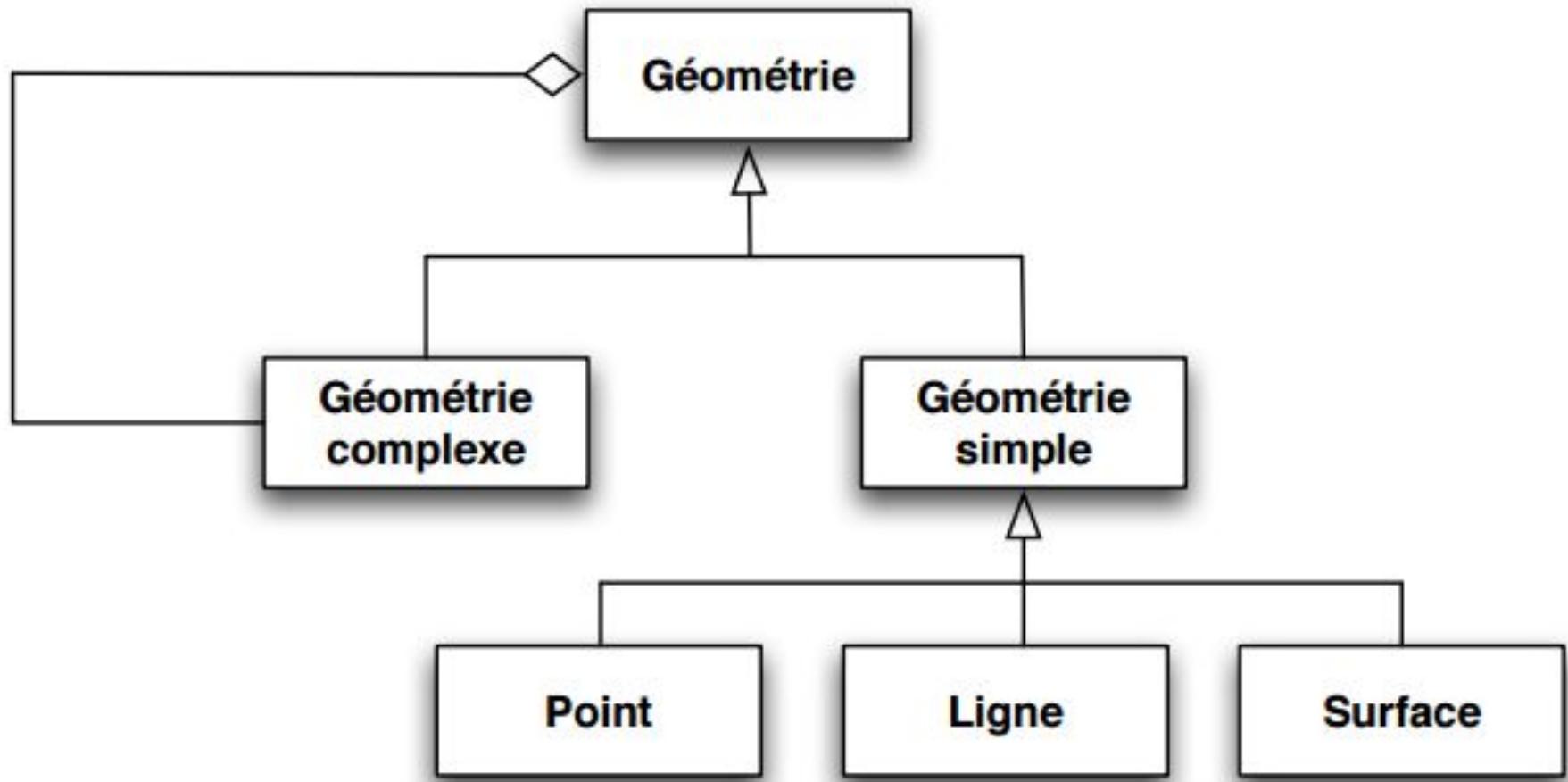
8



Raster + Polygone + Poly ligne + Point

Organisation des données en mode vectoriel

9



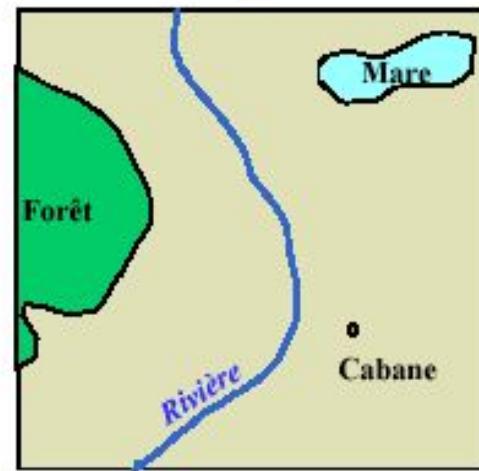
Le stockage de l'information géographique

10

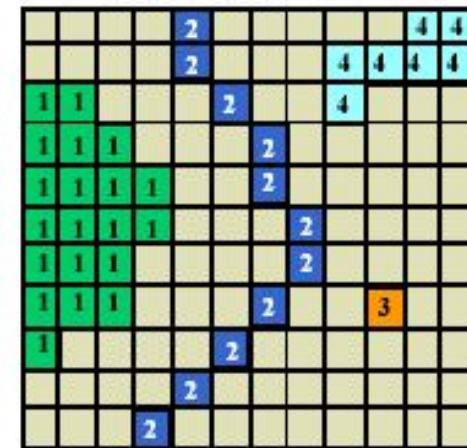
Format Vecteur
Ce que vous voyez sur la carte papier

Ce que vous voyez sur le terrain

Format Raster
Ce que vous voyez sur une carte scannée



Couche en mode vecteur



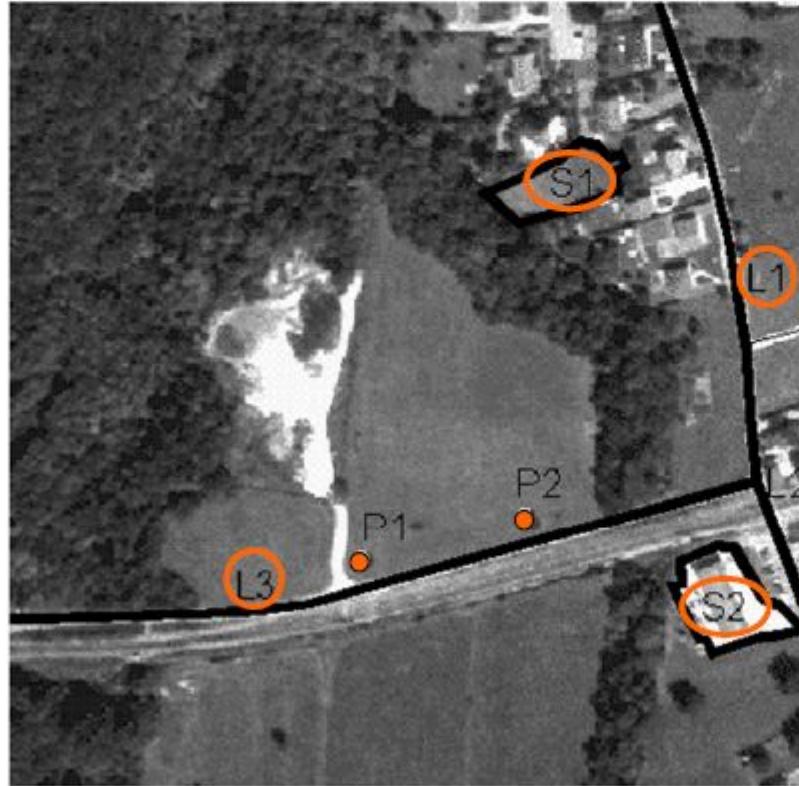
Couche en mode ‘raster’

Les deux types de données : Raster & vecteur

11

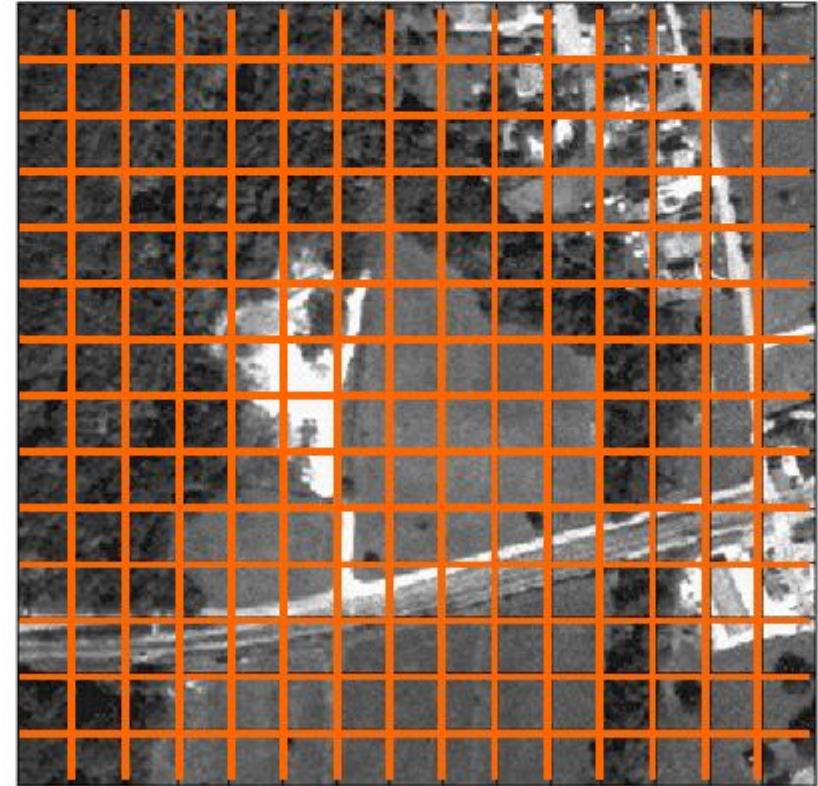
mode vecteur

point, ligne, polygone



mode raster

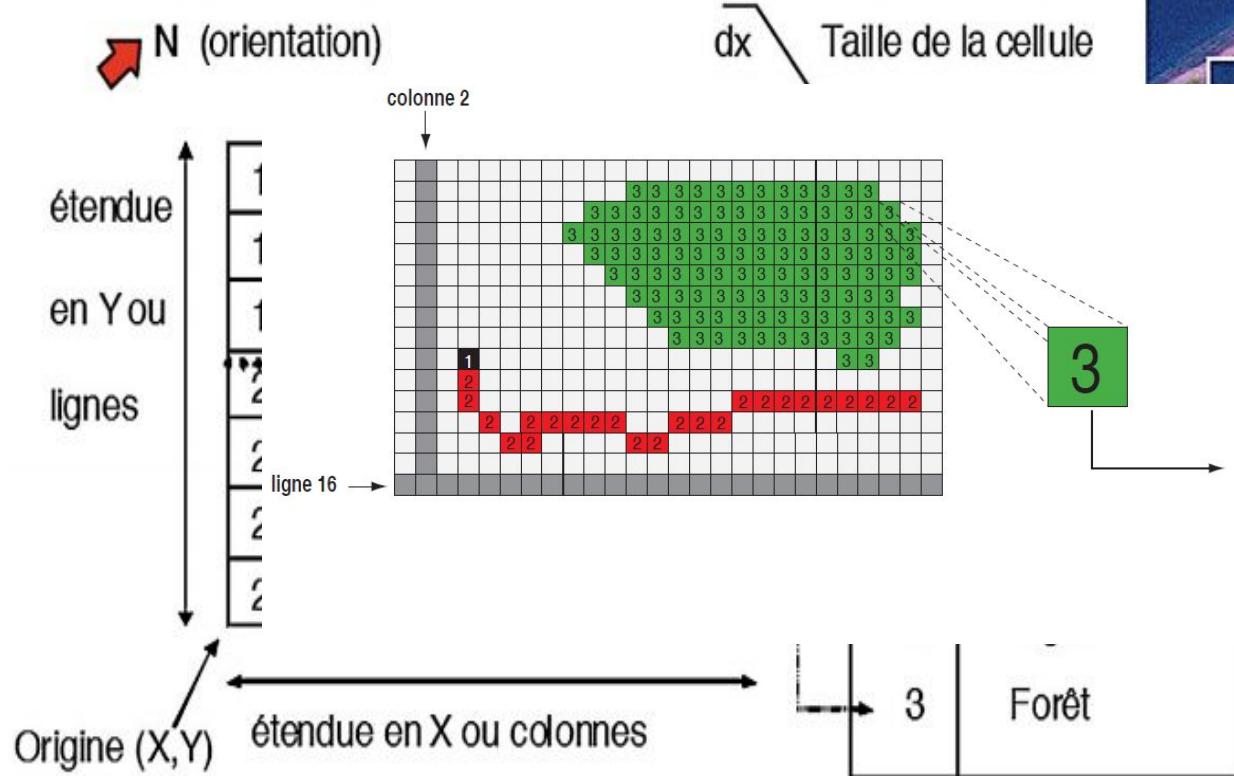
grille (maille ou pas)



Le mode raster : Information Géographique

12

À partir de quelles données?



Pixel (maille, cellule)

- Résolution spatiale
- Position ligne/colonne
- Valeur

Landsat 1990 courtesy of the U.S.
Geological Survey

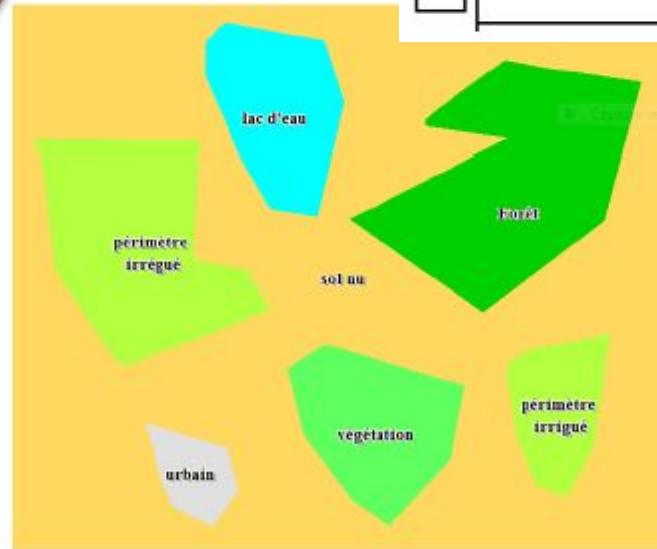


Format raster pour une carte d'occupation des sols

13

- données attributaires →
- en trait rouge : délimitation des pixels concernant chaque types d'occupation de sols.
- produit final : carte d'occupation des sols.

7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7	1	1	1	1	1	7
7	7	7	7	7	7	6	6	7	7	7	1	1	1	1	1	7
7	5	5	5	5	7	6	6	7	7	1	1	1	1	1	1	7
7	5	5	5	5	7	6	7	7	1	1	1	1	1	1	1	7
7	5	5	5	5	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	7
7	5	5	5	5	7	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	7
7	7	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	5	7	7	7	3	7	7	7	2	2	2	2	2	7
7	7	7	7	7	7	7	3	3	3	3	2	2	2	2	2	7
7	7	7	7	7	7	7	3	3	3	7	2	7	7	7	7	7
7	7	7	7	4	4	7	7	3	3	7	7	2	7	7	7	7
7	7	7	4	4	7	7	7	3	3	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

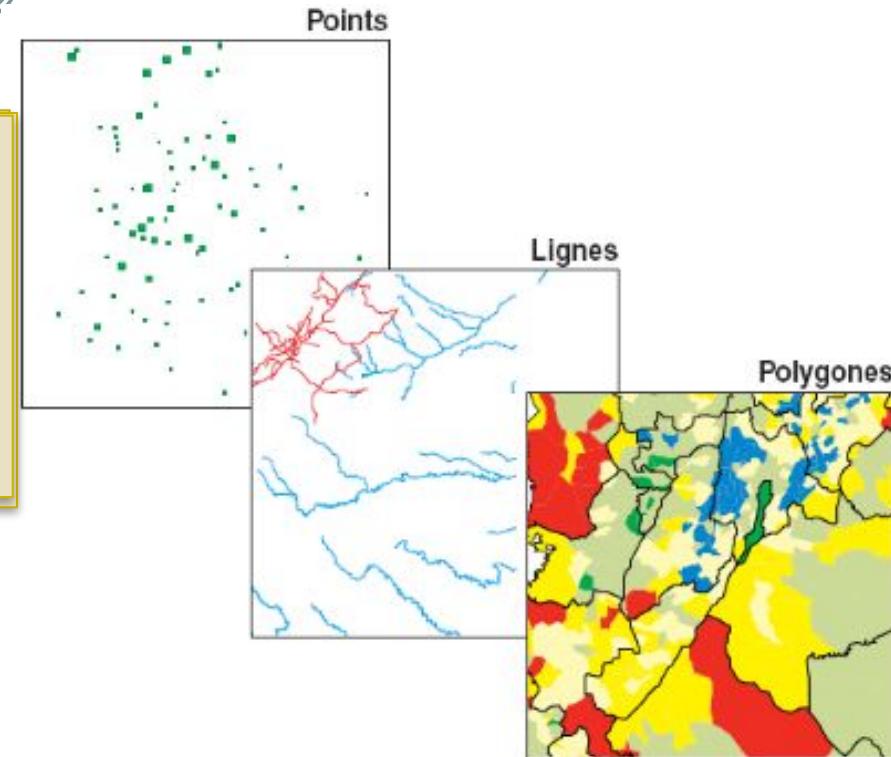


cos	type
1	Forêt
5	périmètre irrégulé
6	lac d'eau
3	végétation
4	urbain
2	périmètre irrigué
7	sol nu

Le mode vecteur : information géographique

14

LES POLYGONES : Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des **pays, des parcelles cadastrale, des types de sols, subdivisions administratives, bâti**



Exemple de données raster

Représentations de la donnée en mode vecteur

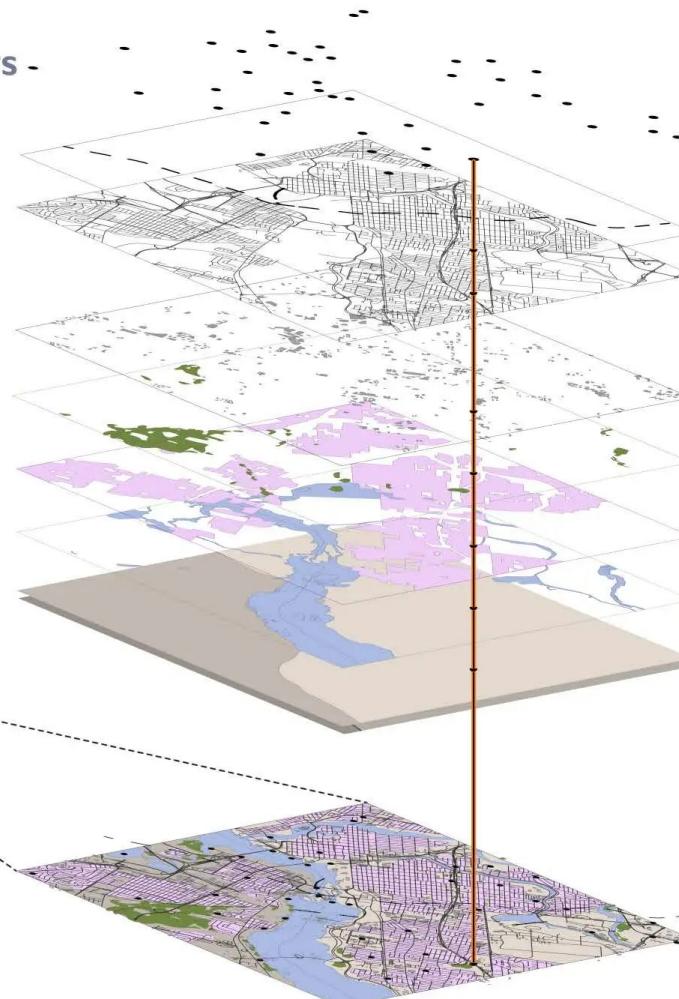
15

Un SIG peut modéliser un phénomène du monde réel au moyen de points, de lignes et de zones (polygones).

On peut explorer les relations spatiales grâce aux couches de données géographiques.



POINTS
LIGNES
POLYGONES



COUCHES DU SIG

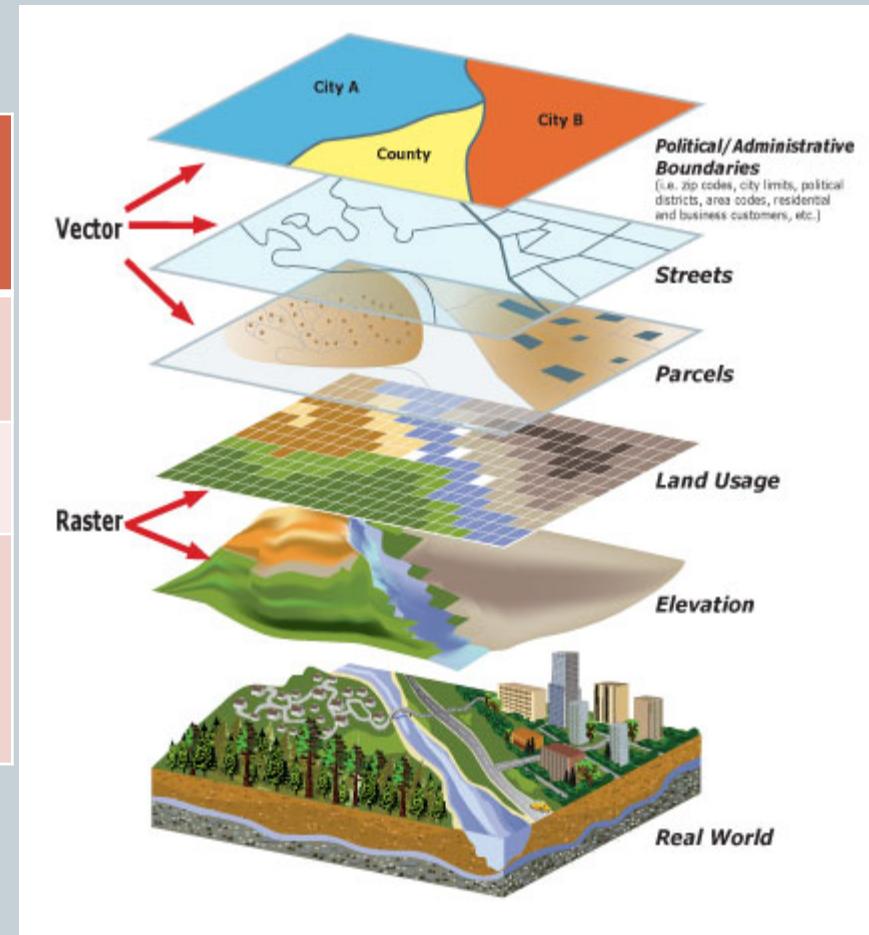
- Emplacements
- Chemin de fer
- Routes
- Bâtiments
- Végétation
- Zone Résidentielle
- Eau
- Provinces

CARTE

Les modes raster et vecteur de l'information géographique

16

	Modèle raster, matriciel ou image	Modèle vecteur ou objet
Entité de représentation	Pixel	point, ligne, polygone (voire texte)
Procédé	maillage du territoire	découpage du territoire
Utilisation	représentation des données ou phénomène continus de l'espace	représentation des données dites discrètes (distinctes)



Modes de représentation des données (Abstract)

17

Un SIG, c'est un système d'information informatique permettant de réaliser des analyses spatiales.

Deux grands types de modes (modèles) -
deux types de couches géographiques

Modèles construits
autour d'objets, d'entités
ou features : **mode
vectoriel**

Les objets de l'espace
sont modélisés à l'aide
de **points, lignes,
polygones**

Modèles construits
autour de champs
continus : **mode
matriciel ou raster =**
ce sont des images

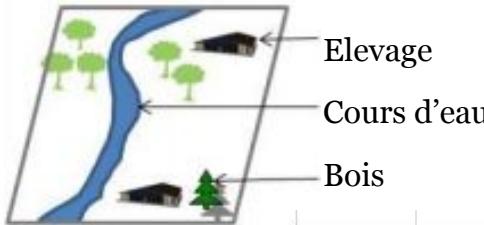
L'espace est représenté par
des **grilles régulières**; à
chaque **cellule** de la grille
sont associées une ou
plusieurs valeurs

Formats de représentation des données dans un SIG et données attributaires associées

18

□ Réalité

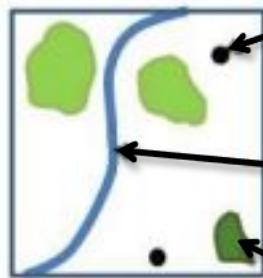
Représentation



□ Format vecteur:

- Points
- Lignes
- Polygones
(03 Couches thématiques distinctes)

Données attributaires



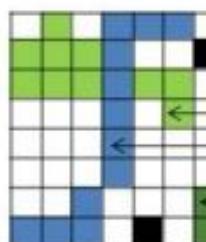
Identifiant	Nom élevage	Nom éléveur	Espèces	Nombre d'animaux	Numéro cheptel
1	GAECAli	B. Ali	bovins	56	23102326
2	Les Baumes	T. Melek	bovins	23	23156489

Identifiant	Nom	Longueur
1	gedyal	6,8

Identifiant	Type d'arbres	Surface
1	Kalitous	3,35
2	Conifères	2,4

□ Format raster:

(image ou grille)



Valeurs du raster

- 1 (= élevage)
- 6 (= Kalitous)
- 2 (=Gedyal)
- 7 (= Conifères)

Formats vectoriel et Informations alphanumériques dans un SIG

19

	code_commune	COMMUNE	ID	WILAYA	NATURE	CODE
1	3813	AMMARI	1293	TISSEMSILT	COMMUNE	38
2	3801	TISSEMSILT	1295	TISSEMSILT	CHEF-LIEU-WI...	38
3	1421	MEGHILA	453	TIARET	COMMUNE	14
4	1423	SIDI HOSNI	456	TIARET	COMMUNE	14
5	1425	SEBAINE	458	TIARET	COMMUNE	14
6	1435	HAMADIA	459	TIARET	COMMUNE	14
7	1413	DAHMOUNI	461	TIARET	COMMUNE	14
8	1415	MAHDIA	462	TIARET	COMMUNE	14
9	1405	AIN ZARIT	467	TIARET	COMMUNE	14
10	1403	AIN BOUCHEKIF	469	TIARET	COMMUNE	14
11	1431	NADORAH	470	TIARET	COMMUNE	14



Sources :
Figure
préparée par
l'auteur,
(Ottawa, 2016),
à partir de
données de
Statistique
Canada

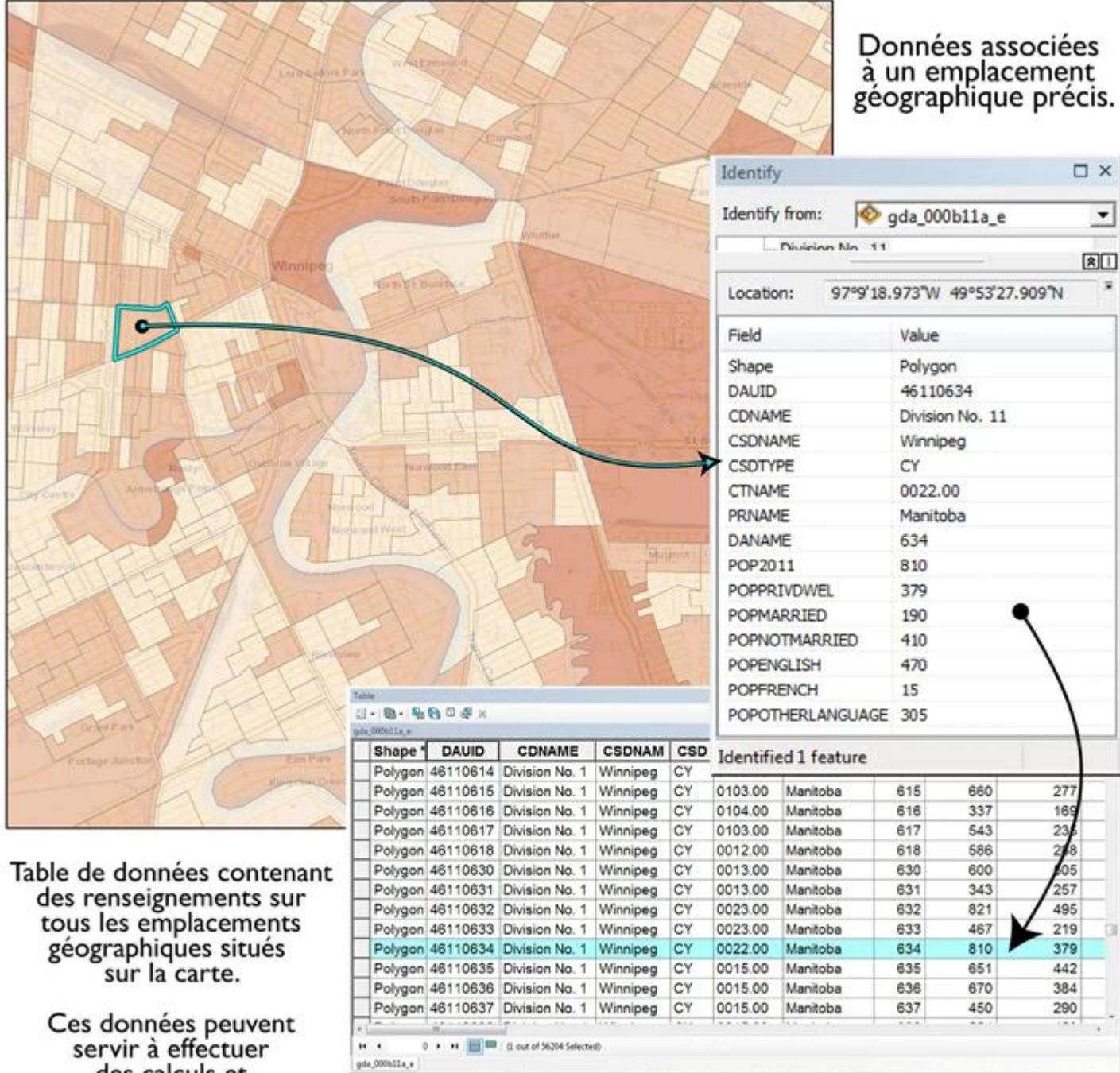


Table de données contenant des renseignements sur tous les emplacements géographiques situés sur la carte.

Ces données peuvent servir à effectuer des calculs et des interrogations.

Formats de représentation des données graphiques et données attributaires

21

Composante attributaire

Une table attributaire décrivant chaque couche au format vecteur

N° Point	Adresse	Nom
1		
2		
3		
4		

N° Ligne	Nom	Longueur
1		

Composante graphique

Couche au format vecteur en mode point pour le thème « Bâtiments »

Couche au format vecteur en mode ligne pour le thème « Réseau hydrographique »

Couche au format vecteur en mode polygone pour le thème « Parcelles »

N° Polygone	Type culture	Surface
1		
2		
3		
4		

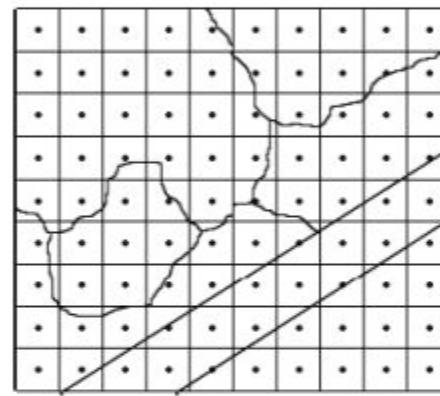
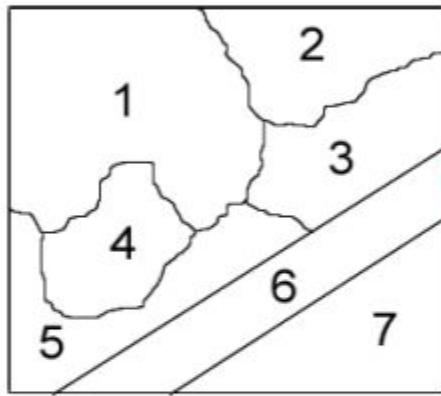


Référentiel cartographique:
fond de référence BD
ORTHO® de l'IGN

Conversion vecteur / raster

22

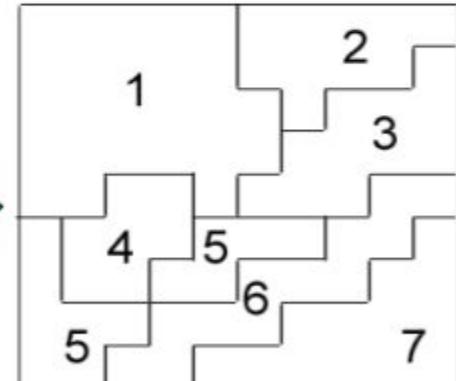
DU VECTEUR VERS LE RASTER : RASTERISATION



1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
1	1	4	4	1	3	3	3	6	6	6
5	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7
5	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7
5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7
5	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7

DU RASTER VERS LE VECTEUR : VECTORISATION

1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3
1	1	4	4	1	3	3	3	6	6	6
5	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7
5	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7
5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7
5	5	6	6	7	7	7	7	7	7	7



Les avantages des modes Vecteur/Raster

23

- Les avantages du mode vecteur sont:
 - Une meilleure adaptation à la description des entités linéaires.
 - Une facilité d'extraction de détails.
 - Une simplicité dans la transformation de coordonnées.
- Les avantages du mode raster sont:
 - Meilleure adaptation à la représentation des détails surfaciques.
 - Acquisition des données à partir d'un scanner à balayage.
 - Meilleure adaptation à certains types de traitements numériques: filtres, classifications.
- Les inconvénients du mode raster sont:
 - Obligation de parcourir toute la surface pour extraire un détail
 - Impossibilité de réaliser certaines opérations topologiques, la recherche du plus court chemin dans un réseau par exemple.

Qualité des données

24

- La qualité des données SIG est liée à différents composants selon ISO 19157:2013 :
 - Précision des données :
 - Données graphiques (spatiales)
 - Données thématique (attributaires)
 - Validité des données (Qualité temporelle) (date de création, de mise à jour)
 - Formats des données , référentiel géographique, etc.
 - Droits et conditions d'usage de ces données
 - Cohérence logique entre les données graphiques et attributaires
- L'ensemble de ces caractéristiques constitue les « méta-données »: **Données sur les données, elles renseignent sur la valeur d'un ensemble de données, sur ses conditions de validité, d'usage et de diffusion.**

Les Métadonnées

25

● Définition

- Données qui renseigne sur la nature de certaines autres données et qui permet ainsi leur utilisation pertinente.

● Intérêts

- Elles permettent de:
 - Connaître l'origine et la nature des données,
 - Comprendre leur structure,
 - Savoir comment accéder aux données et comment les interpréter,
 - Connaître les modèles de données et leur règle de gestion.

● Exemples

- Les projections cartographiques,
- La précision spatiale.

Méta-données

26

❑ Méta-données = "données sur les données"

- – Procédure de recueil de l'information
- – Précision et méthodes de mesure
- – Âge des données (création et mises à jour)
- – Codage des données
- – Référentiel géographique
- – Géométrie
- – Attributs divers

❑ Absence de méta-données ?

- Interprétation erronée
- Mauvais usage
- Fausse perception de la précision

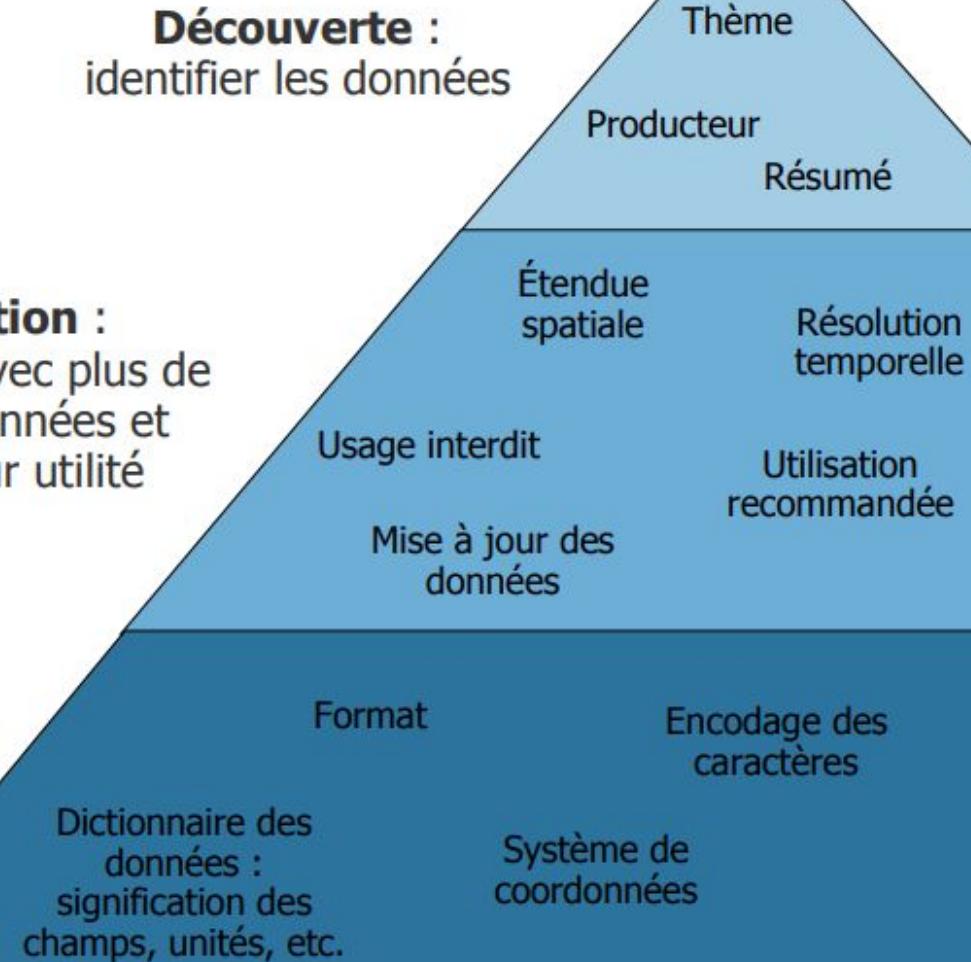
Niveaux de métadonnées

27

Découverte :
identifier les données

Exploration :
caractériser avec plus de détail les données et estimer leur utilité

Exploitation :
ensemble des informations nécessaires pour intégrer les données dans un SI et les utiliser



Quelques formats des fichiers vecteurs

28

SHP shapefile

Le shapefile ou "Fichier de Forme" est le format de stockage des données vectorielles utilisé par ARCGIS. Il est constitué des fichiers :

- *.shp : contient les informations liées à la géométrie, (points, lignes, polygones)
- *.dbf : (Database) contient les données attributaires
- *.shx : index de la géométrie
- *.prj : stocke la projection associée.

Presque tous les logiciels sig peuvent lire ou importer ce format.

MIF/MID

MIF/MID est le format standard de MapInfo, mais la plupart des logiciels SIG peuvent le lire.
Le format travaille avec trois types d'information : géométrie, attributs et visualisation.

GML Geography Language

Markup

XML-Standard pour l'échange et l'enregistrement de géodonnées du type vecteur. Il est proposé et utilisé par le Consortium SIG.

SVG Scalable Graphique

Vector

XML-Standard pour la présentation de données graphiques du type vecteur sur l'Internet. Il est approuvé dans le World Wide Web Consortium.

Quelques formats des fichiers rasters

29

□ Format « **image** » avec world file :

- .jpg + .jpw
- .tiff + .tfw ou .twfx
- .gif + .gfw

□ ASCII ≠ ASCII Grid ESRI:

- C'est une raster GIS file format développé par ESRI .

□ ESRI Grid

- ESRI: Environmental Systems Research Institute
 - Esri est une société américaine du concept logiciel SIG . Esri développe un système SIG complet : ArcGIS.

□ Utilitaires de conversion :

- GDAL/OGR : librairie libre (utilisée dans QGIS)
- ArcGIS : quelques formats d'exportations pour les rasters, shapefile / kml
- MapInfo : Traducteur universel

Exemple de worldfile :

10 { Résolution horizontale dans
-1.414 { l'unité de la projection
-1.414 { Paramètre de rotation en x
-10 { Paramètre de rotation en y
220558 } { Résolution verticale dans
5398810 } { l'unité de la projection
 { Coordonnées {x,y} du
 { pixel supérieur gauche

Quelques sources de données

30

- ❖ **IGN** : Licence Enseignement et Recherche
- ❖ **Occupation du sol** : MOS-Ecomos-Ecoline Atlas urbain UE CLC Globcover
- ❖ **Données agricoles** : Registre Parcellaire Graphique, Agreste, FAOSTAT
- ❖ **MNT** : BD Alti, SRTM, ASTER GDEM, GMTED, etc.
- ❖ **Données sur l'eau en France** : BD Carthage, BD LISA, etc., Banque Hydro
- ❖ **Bassins versants** : Hydrosheds (monde), CCM2 (UE)
- ❖ **Données BRGM**
- ❖ **Données zonages réglementaires** (Parcs naturels, Natura 2000, Znieff, etc.) INPN
- ❖ **Données administratives** : GISCO (NUTS), Global Administrative Areas, etc. Données démographique : INSEE, GISCO (population à 1km²)
- ❖ **Données OpenStreetMap**
- ❖ **Données cartes anciennes** : Cassini (scan et numérisation forêts), Atlas routier Trudaine, Etat major, etc.

Les traitements sur les données

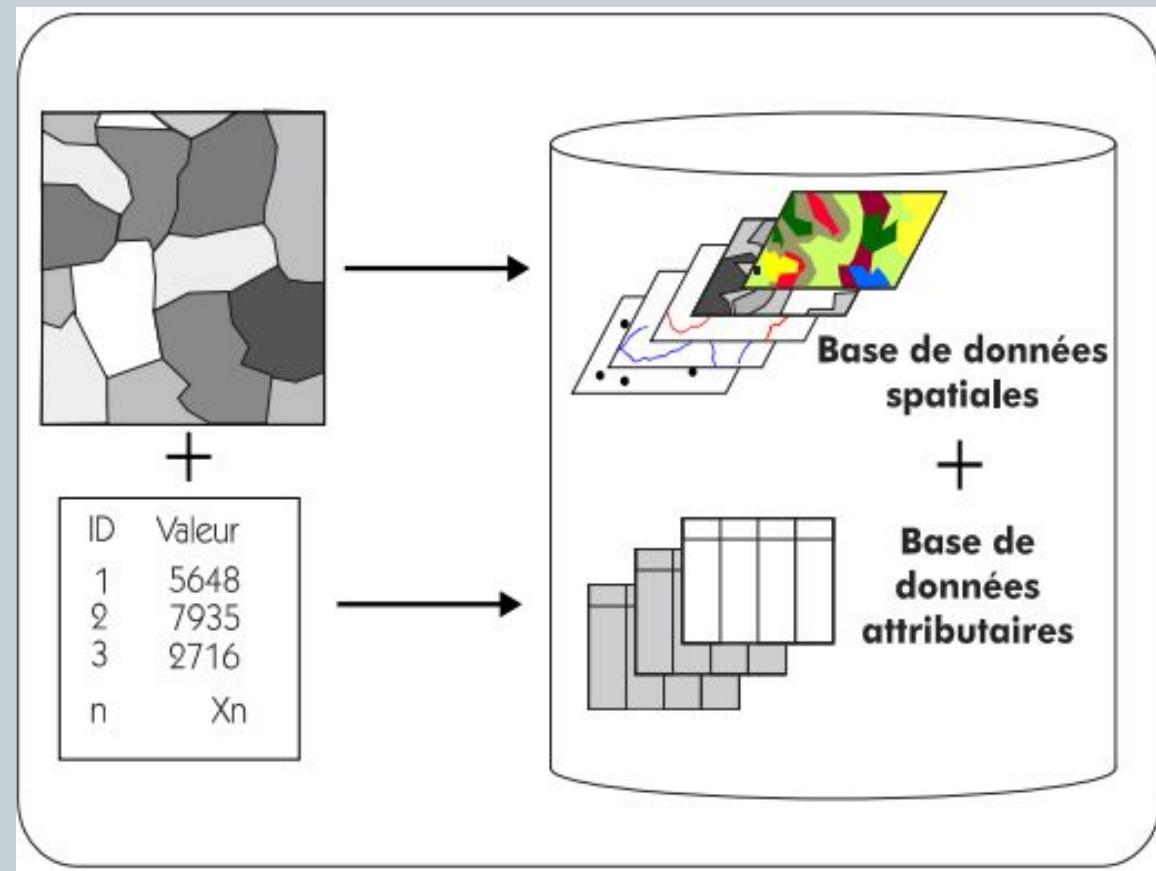
31

- Plusieurs types de traitement sont disponibles :
 - Les traitements visuels :
 - Parramétrage de la symbologie,
 - Organisation des couches de données,
 - Etiquettes d'informations,
 - Dépendances à l'échelle,
 - Projection à la volée.
 - Les traitements analytiques :
 - Requêtes attributaires,
 - Requête spatial,
 - Analyse de réseau,
 - Analyse de terrain,
 - Analyse thématique.
 - Les traitements d'édition
 - Crédit d'objets géolocalisés,
 - Modification d'objets existants,
 - Crédit de carte (pdf, jpg ...).

Information dans SIG

32

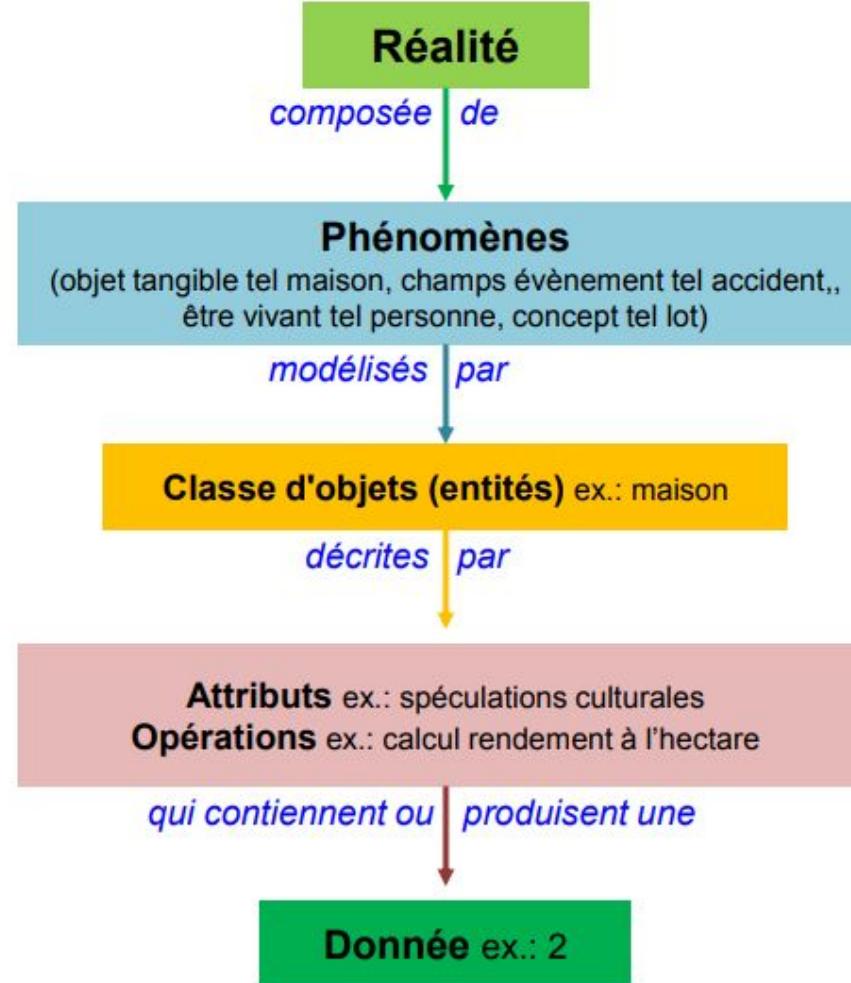
- **Information spatiale**
 - Localisation (**X**, **Y**, et **éventuellement Z**)
 - Forme (point, ligne, polygone)
- **Information thématique**
 - Attributs
- Dans un SIG les informations numériques sont stockées dans une – **Base de données géographiques**



De la réalité aux données

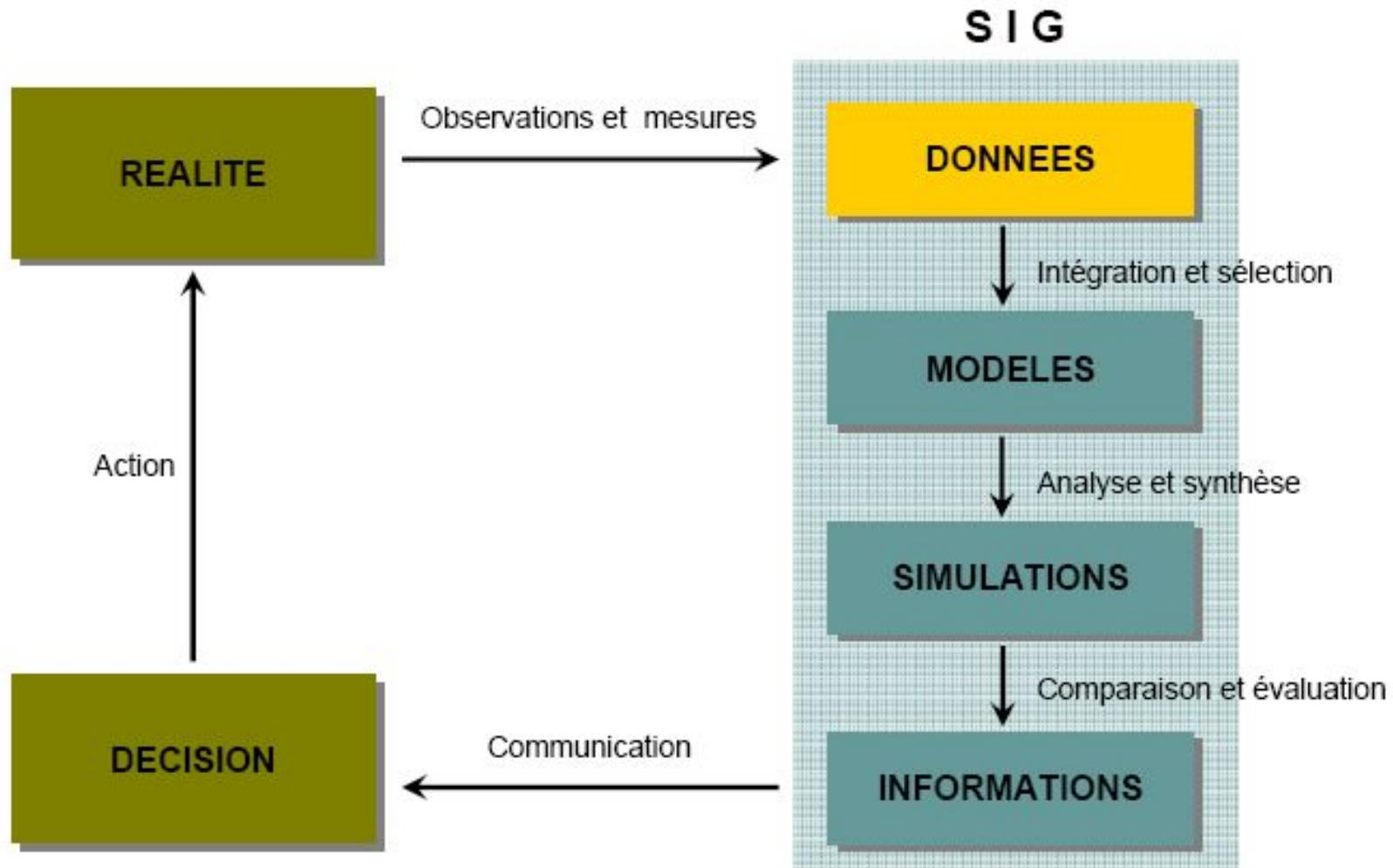
33

Source : Y. Bédard & S. Larrivée (2000). Notes de cours. Département des sciences géomatiques, Université Laval, Québec



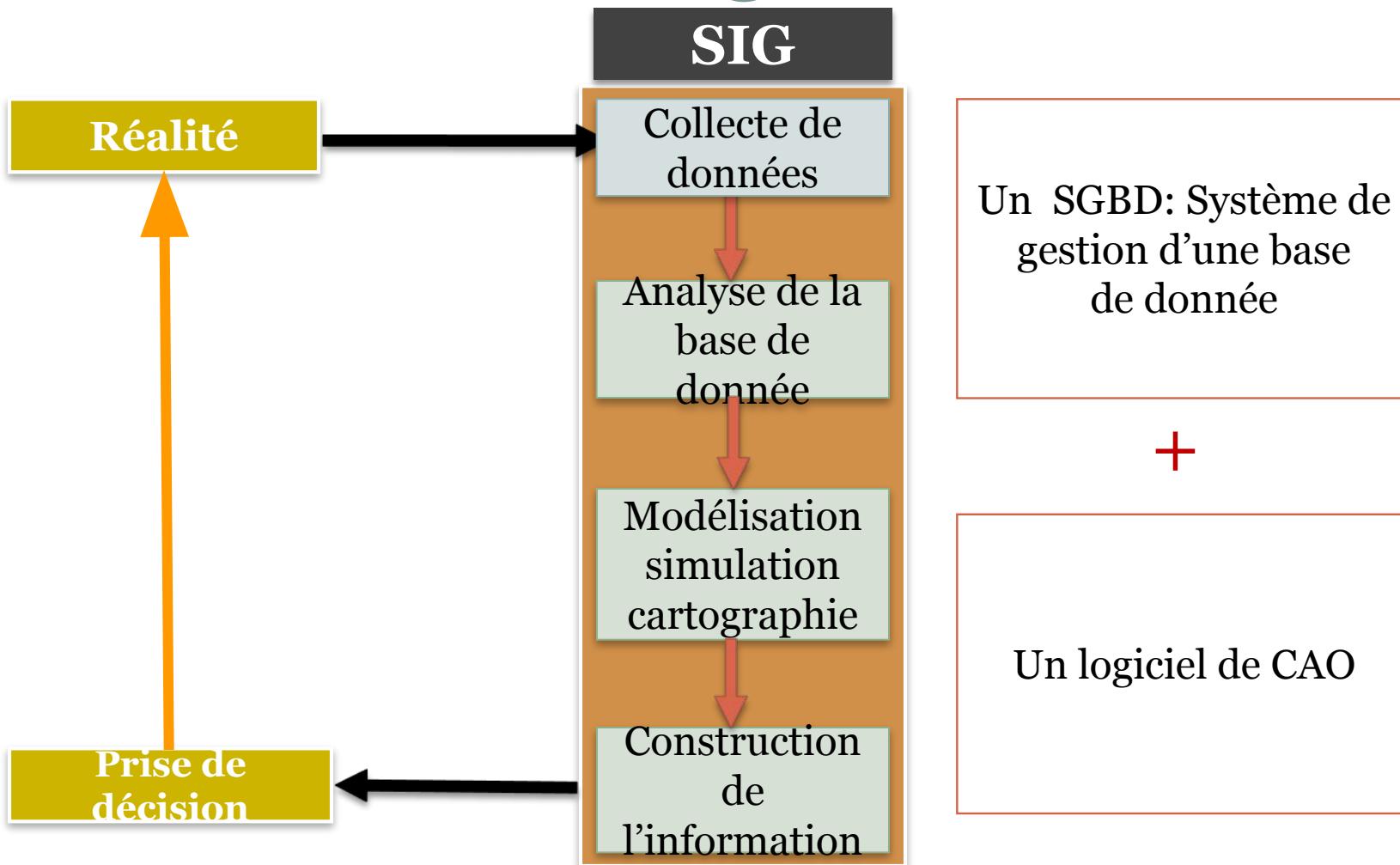
De la réalité à la décision

34



Le rôle des SIG dans l'analyse géographique

35



SIG & les données graphiques et alphanumériques

36

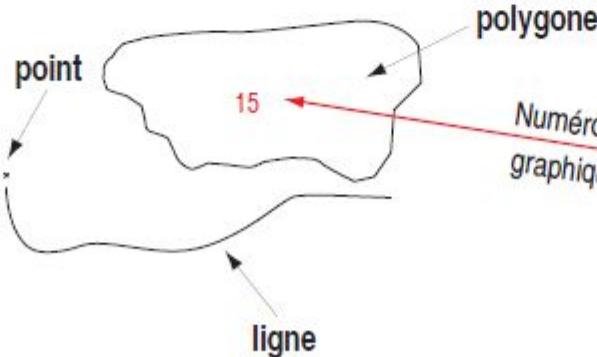


Un logiciel de CAO

Un SGBD: Système de gestion d'une base de donnée

Données graphiques

Elles décrivent la localisation des objets géographiques et leur forme



Identifier

Entité

Clé	RÉGIONS	Population	Tx Urb	Surface
11	RONDONIA	1130874	4.7	491069
13	AMAZONAS	2102901	1.4	1430089
14	RORAIMA	215950	1.0	791599
15	PARA	5181570	4.2	3403391
16	AMAPÁ	288690	2.1	175257
17	TOCANTINS	920116	3.3	738884

Champs ou Valeur Attributaire

Modélisation conceptuelle du monde réel

37



Perception du mode réel

Abstraction de classes

Structuration selon les concepts du MCD choisi

Observations: Mr. Omar est une personne

Il possède le bâtiment N°:135

Classe PERSONNE: nom, prénom, adresse

Classe BATIMENT: Numéro

Lien POSSEDE entre PERSONNE et BATIMENT



Récapitulons !!!

38

- Qu'est-ce qu'un Système d'Information à Référence Spatiale (**SIRS**)?

❖ C'est un **système informatique** permettant:

1. l'acquisition
2. la gestion
3. l'analyse
4. la visualisation



→ Pour étudier les phénomènes se produisant sur la terre

- Un Système d'Information Géographique (**SIG**) permet de gérer en effet:
 - ❖ des données **alpha-numériques** spatialement localisées,
 - ❖ ainsi que les **données graphiques** permettant d'afficher ou d'imprimer plans et cartes.

Récapitulons !!!

39

SIG: Fonctions - Archivage - Gestion des données géographiques à travers:

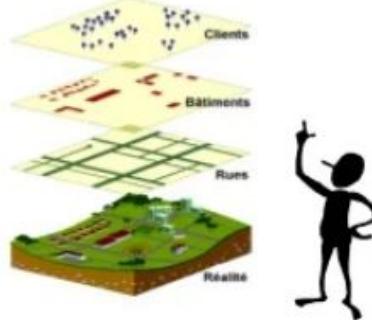
- 1. Stockage et structuration de données sous forme numérique.**
- 2. Permettre une mise à jour périodique.**
- 3. Permettre une consultation une interrogation facile des données**

Récapitulons !!!

40

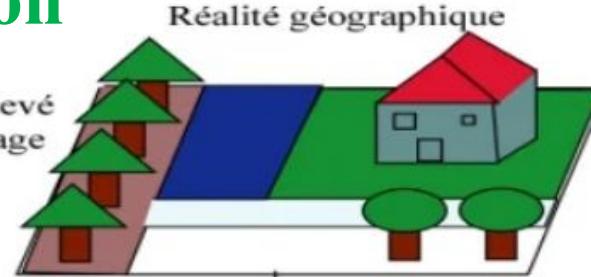
SIG: Fonctions - Abstraction

Perception du monde réel suivant des couches d'information.



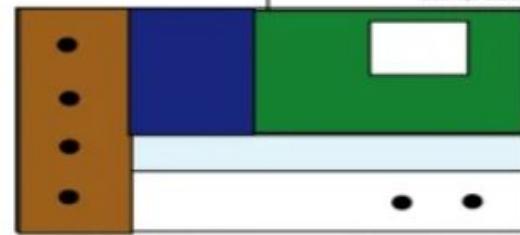
Abstraction

source: carte, levé sur terrain, image numérique ou satellitaire



Réalité géographique

Données graphiques



Structure Vecteur : utilisation des formes géométriques pour décrire la réalité.

T	T	T	B	B	B	V	V	V	V	V
a	a	T	B	B	B	V	M	M	M	V
T	T	T	B	B	B	V	M	M	M	V
a	T	B	B	B	B	V	M	M	M	V
T	T	T	B	B	B	V	V	V	V	V
a	T	R	R	R	R	R	R	R	R	R
T	T	T	N	N	N	N	N	N	N	N
a	T	N	N	N	N	A	A	A	A	N
T	T	T	N	N	N	N	N	N	N	N

Structure Raster: codification de la réalité suivant une image.

ID	Attribut
T	Forêt
a	Arbre 1
A	Arbre 2
M	Maison
R	Chemin
N	Terrain nu
B	Industrie
V	Espacee vert

Donnée Attributaires

La représentation du monde dans un SIG

Réalisé par: BRAHAMI Menaouer

Associate Professor, Computer Systems Engineering Department

Récapitulons !!!

41

SIG: Fonctions - Analyse

Fonction d'analyse **spatiale** permettant de:

- Réaliser des requêtes sémantiques (sur les attributs des objets).
- Réaliser des requêtes géométriques ou spatiales;
- Création de cartes thématiques (appréhension visuelle du terrain et du problème traité) ;
- Création de zones tampon ou de proximité, correspondant à la distance par rapport à des objets graphique de type linéaire ou surfacique.
- Croisement des couches d'informations différentiels.
- Requête de type spatiale ou attributaire, ou conjointe.

Récapitulons !!!

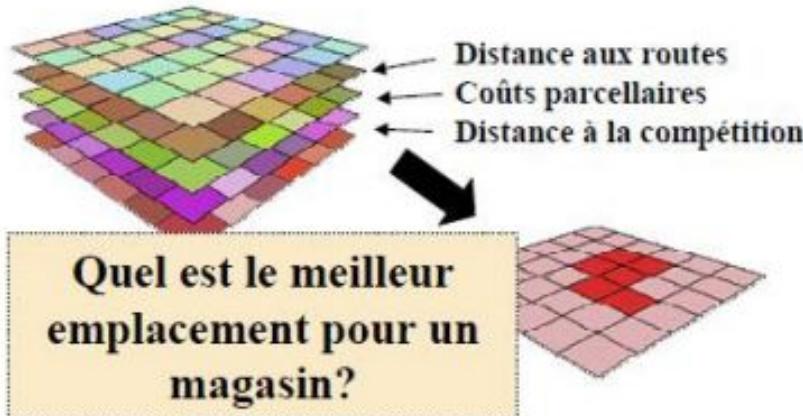
42

Les Composants du SIG: Les savoir-faire

1. Tous les éléments décrits précédemment ne peuvent prendre vie sans une **connaissance technique** de ces derniers.
2. Un SIG fait appel à **divers savoir-faire** et donc **divers métiers** qui peuvent être effectués par **une ou plusieurs personnes**.
3. On retiendra notamment la nécessité d'avoir des compétences :
 - **en géodésie** (connaissance des concepts de système de référence et de système de projection),
 - **en analyse** des données, des processus et de modélisation (analyse Merise, UML par exemple), des méthodes spécifiques tel que **Geo-UML, MurMur, CONGOO**, ...
 - **en traitement** statistique, en cartographique et traitement graphique.

Problématiques courante???

43



Quelle est la borne hydrante la plus proche pour chaque bâtiment?



to be continued ... (Part 3: Geodatabase: Concept and Modeling)



**MERCI DE VOTRE
ATTENTION
THANKS!**