

INITIATION AU SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Dr Ing. IBRAHIM YAHAYA Salissou, Maître Assistant, Géomètre Expert Assermenté
Institut Universitaire de Technologie (IUT) – Université André Salifou - Zinder - Niger

Année 2023-2024

Plan

- ▶ Concepts du SIG
 - ▶ Modélisation du territoire
 - ▶ Système d'Information(SI)
 - ▶ Définition des SIG
 - ▶ L'intérêt des SIG
 - ▶ Les domaines d'application des SIG
 - ▶ Les composantes d'un SIG
 - ▶ Modèles des données dans les SIG
- ▶ Fonctionnalités des SIG
- ▶ Prise en main d'un SIG Bureautique
- ▶ Projet de fin de module

Modélisation du territoire

- ▶ **ESPACE GÉOGRAPHIQUE** :
comprend aussi bien les *composantes physiques naturelles* (montagnes, mares, forêts) que les *infrastructures anthropisées* (zones bâties, routes d'accès)



Modélisation du territoire

▶ **ESPACE GÉOGRAPHIQUE**

- ▶ D'après Brunet : c'est « l'étendue terrestre utilisée et aménagée par les sociétés en vue de leur reproduction au sens large, soit non seulement pour se nourrir et s'abriter, mais dans toute la complexité des actes sociaux.
- ▶ Il comprend l'ensemble des lieux et de leurs relations. Il est de ce fait à la fois un système de relations et un produit organisé résultant des interactions entre la nature et les sociétés.
- ▶ Il a des lois et des règles d'organisation et de différenciation universelles, mais exprimées différemment selon les systèmes. Au premier rang d'entre elles se trouvent la gravitation et, plus généralement tous les effets de la distance, de l'agrégation et de l'espacement.
- ▶ On peut y reconnaître cinq usages fondamentaux: l'appropriation, l'exploitation (ou la mise en valeur), l'habitation, l'échange (ou communication) et la gestion».
- ▶ **TERRITOIRE:** partie délimitée de l'espace géographique

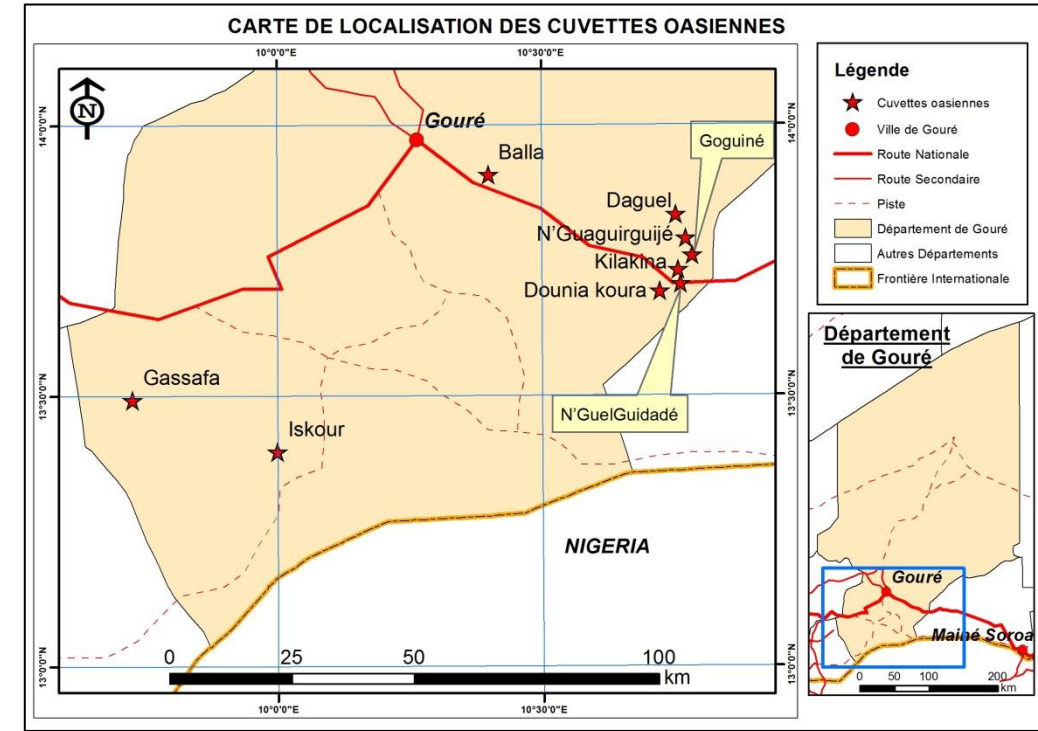
Modélisation du territoire

- ▶ Pour toute tentative de description de l'espace géographique : nécessité d'étape une modélisation, représentation d'une portion réduite de l'information géographique
- ▶ **Modélisation du territoire** : le processus par lequel s'effectue la transition d'une *réalité géographique* visible et tridimensionnelle à une *représentation schématique* et planaire, comme une carte
- ▶ Etape préliminaire et indispensable à toute forme d'analyse et de représentation spatiale
- ▶ Représentation différente selon la *discipline* et l'*échelle de description* ➔ *réduction contrôlée de la réalité*
- ▶ *Deux principaux modèles de l'espace géographique: carte et image*

Modélisation du territoire

► La carte

- Modèle universel et plus ancien
- Représentation symbolique, graphique, à deux dimensions et à l'échelle des entités spatiales et de leurs attributs
- Entités sous forme de : point, ligne et polygone
- Attributs représentés par des variables visuelles: forme, taille, couleur, valeur, orientation, grain
- Relation entité et attribut: Légende



- ✓ Représentation discrète
- ✓ Frontière explicite
- ✓ Localisation système de coordonnées

Modélisation du territoire

► Image

- Représentation instantanée d'entités Visuelles caractérisées par la variation de: couleur, forme, texture, structure, taille et ombre
- C'est ce que l'œil perçoit
- Autres capteurs: Possibilité de générer des images dans l'infrarouge, les hyperfréquences (Radar)
- Représentation continue des entités
- Frontières non-explicites (gradients de transition)
- Localisation non explicites



L'information géographique

- ▶ **Définition:** L'information géographique désigne « une représentation d'un objet ou d'un phénomène réel ou abstrait, localisé dans l'espace à un moment donné».
- ▶ **Contraintes:** Grands volumes, Multi-sources, Multi-échelles , Complexité des représentations, Variabilité dans le temps
- ▶ **Caractéristiques:**
 - ▶ géométrique ou graphique (localisation dans un système de référence) ou l'information spatiale
 - ▶ Exemples: cartes (cartes topographiques, thématiques,...), plans ou schémas, images satellitaires ou photographies aériennes, etc.
 - ▶ sémantique ou descriptive (attributs) : toutes informations textuelles, de chiffres et de valeurs qui peuvent être rattachées aux objets localisés.
 - ▶ Exemple : nom d'une région, Nature et type d'une route, Nom de propriétaire d'une parcelle, Numéros d'abonnées, etc.

Définition des SIG

- ▶ **Un système d'information (SI)** est un ensemble organisé de ressources (matériels, logiciels, personnel, données et procédures) qui permet de collecter, regrouper, classier, traiter et diffuser de l'information sur un environnement donné. (Courcy R., 1992)
- ▶ Un système d'information géographique (SIG) est un système pour la collecte, la gestion et l'analyse de données. Élément fondamental des sciences de la géographie, le SIG intègre de nombreux types de données. Il permet l'analyse de la composante spatiale et organise des couches d'informations en offrant une visualisation à l'aide de cartes et de scènes 3D. Grâce à cette fonctionnalité unique, les SIG fournissent des informations plus détaillées sur les données, telles que les modèles, les relations et les situations, aidant ainsi les utilisateurs à prendre des décisions plus éclairées.

Les composantes d'un SIG

- ▶ **Matériel:** (micro-ordinateur et toutes ses périphéries)
- ▶ **Logiciels:** logiciels de bases de données, de dessin, de statistiques, d'imagerie ou d'applications spécifiques.
- ▶ **Données:** Données spatiales, données descriptives et métadonnées
- ▶ **Organisation des hommes:** C'est l'élément le plus important dans un SIG. Les personnes doivent définir les traitements et développer les procédures d'exploitation.
- ▶ **Procédures ou méthodes:** Il s'agit des procédures de traitement de l'information. Afin d'obtenir les réponses aux questions posées, une série d'étapes doit être suivie.



Questions de base auxquelles doit répondre un SIG

- ▶ Où ? Où cet objet, ce phénomène se trouve-t-il ? Qu'il y a-t-il là ? Plus généralement où se trouvent tous les objets de même type ? → Mise en évidence la répartition spatiale d'un objet.
- ▶ Quoi ? Que trouve-t-on à cet endroit ? → Mise en évidence de tous les objets ou phénomènes présents sur un territoire donnée.
- ▶ Comment ? Quelle relation existe ou non entre les objets et les phénomènes ? → Analyse spatiale.
- ▶ Quand ? A quel moment des changements sont intervenus ? Quels sont l'âge et l'évolution de tel objet ou phénomène ? Analyse temporelle.
- ▶ Et si ? Que se passerait il si tel scénario d'évolution se produisait ? Quelles conséquences affecteraient les objets ou phénomène concernés du fait de leur localisation ?

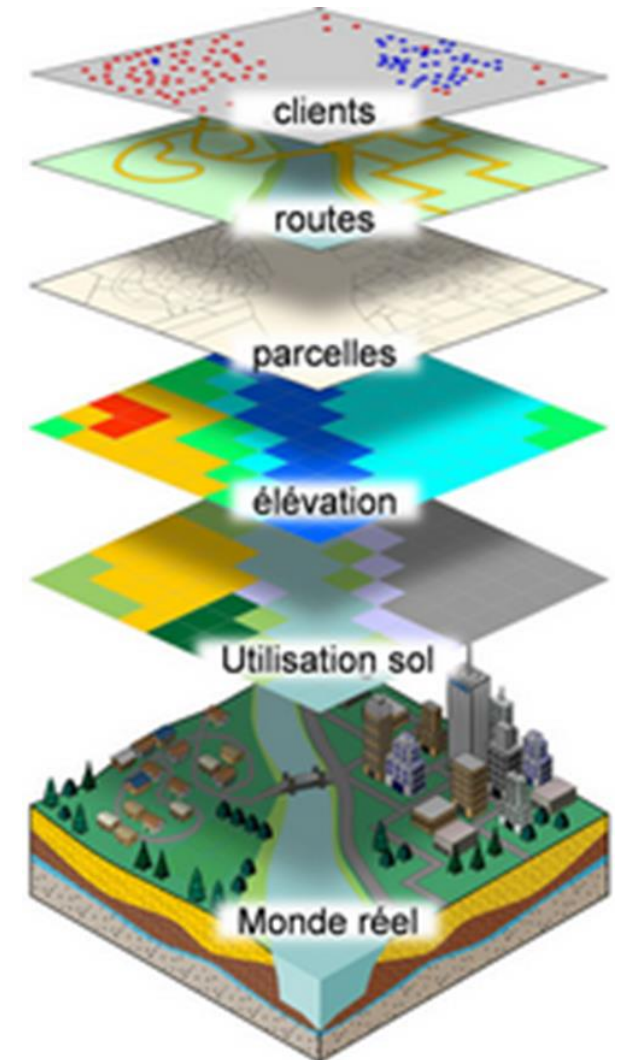
Les domaines d'application des SIG

Les SIG s'appliquent pratiquement à tous les domaines, selon la thématique et selon les besoins → produire et adapter les produits nécessaires → aide de prise de décision ou autre. Tableau synthétique selon ESRI:

Aéronautique	Démographie	Immobilier
Agriculture	Eau et assainissement	Implantation de commerces
Aménagement du territoire	Electricité	Ingénierie
Architecture	Enseignement	Logistique
Assurance	Environnement	Optimisation de parcours
Automobile	Épidémiologie	Pétrole et gaz
Banque	Équipement	Publicité
Bâtiment et travaux publics	Géologie	Recherche
Cadastre	Géomarketing	Ressources naturelles
Cartographie automatique	Gestion de flotte	Santé
Collectivités locales	Gestion de patrimoine	Services d'urgence
Découpage électoral	Gestion de réseaux	Télécommunications
Défense	Gestion des sols	Tourisme

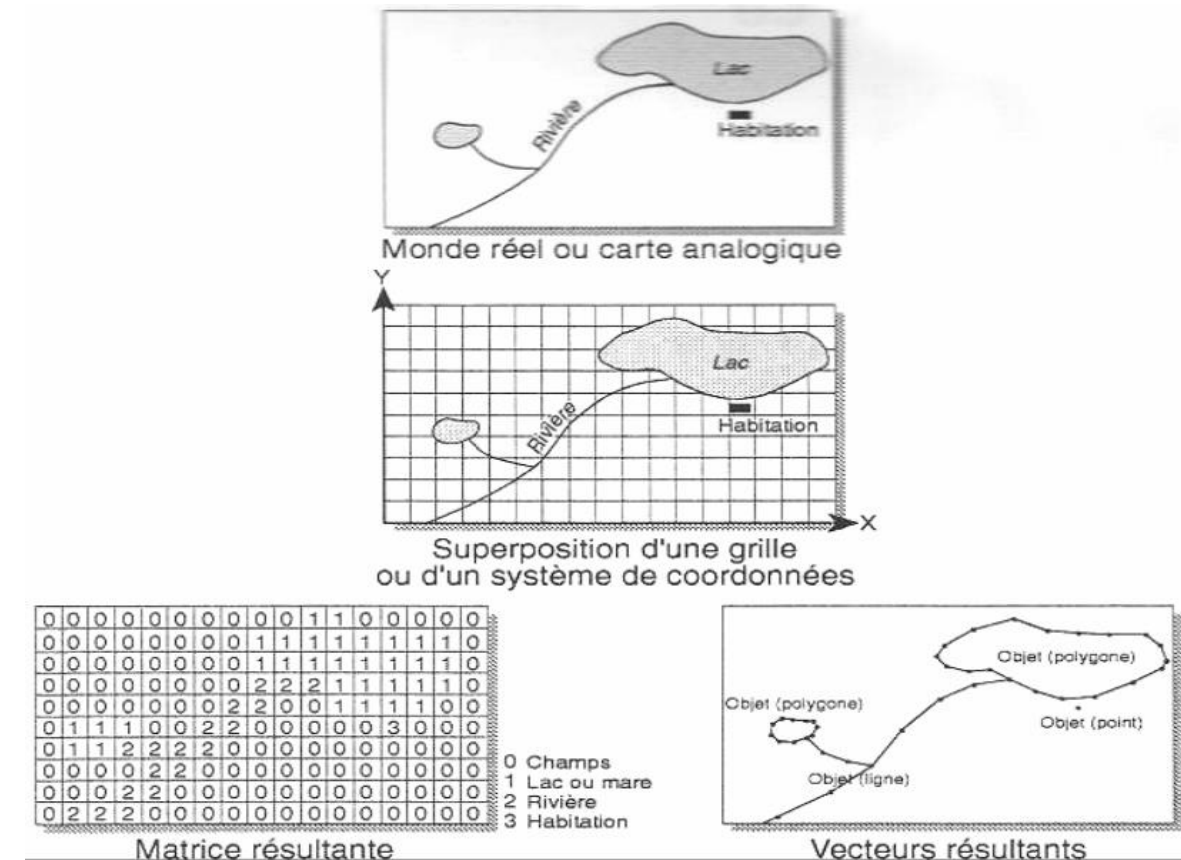
Modèles des données dans les SIG

- ▶ Contexte numérique: modes **Vecteur** et **Raster**
- ▶ **Organisation des données en couche:** plan réunissant des éléments géographiques de même type
- ▶ La couche représente un sous-ensemble « thématique » des informations retrouvées dans le SIG
- ▶ Exemple:
 - ▶ Route, Clients, Parcelles, Élévation, Utilisation du sol



Modèles des données dans les SIG

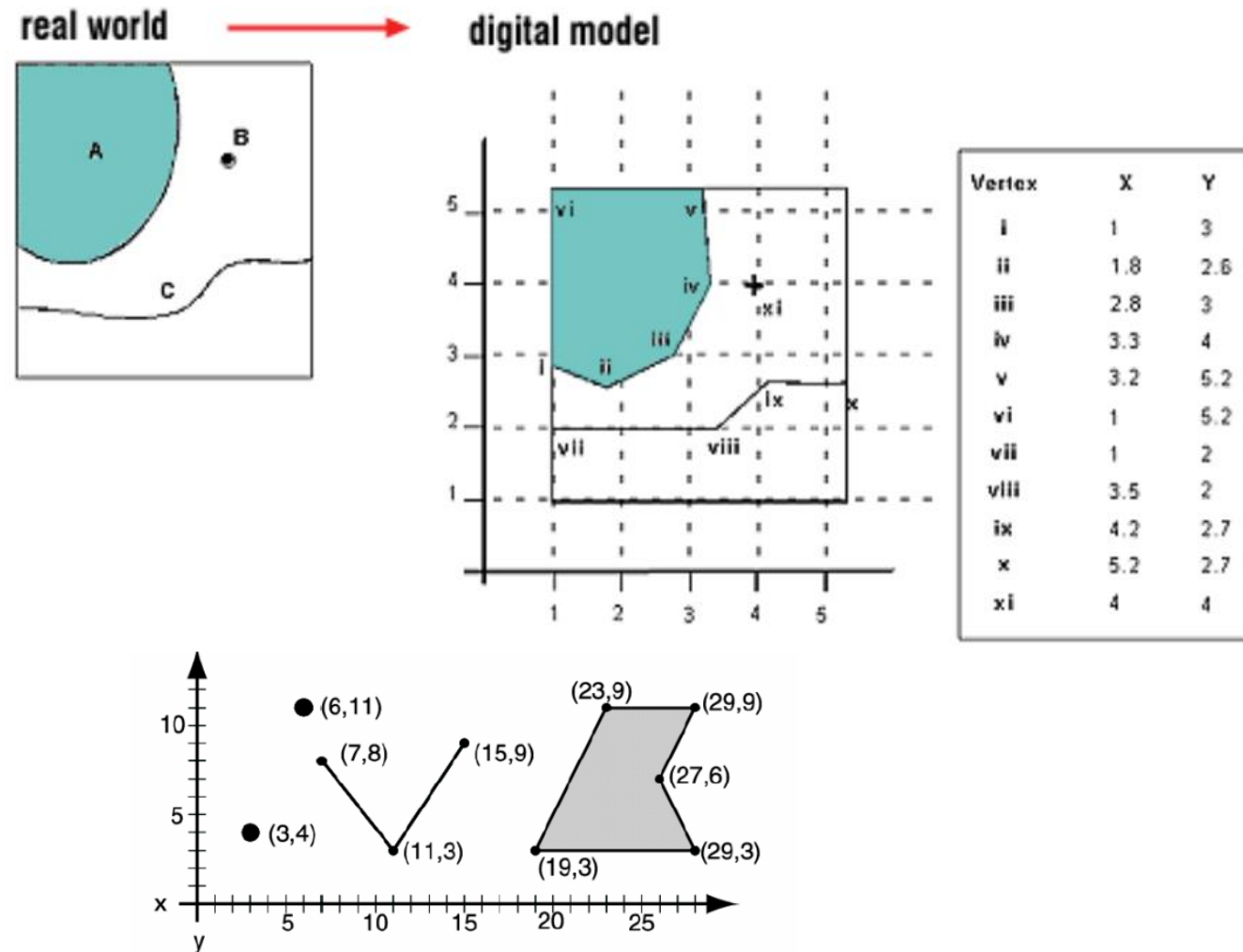
- ▶ **Modèle raster ou matriciel:** division régulière de l'espace (espace discret) en cellules (habituellement carrées) appelées pixel, fortement lié à la notion d'image. Localisation d'entité définie par la ligne et la colonne.
- ▶ **Modèle vecteur:** représentation des objets dans un espace géométrique continu (non discrétisé). Représentation par des entités géométriques de type : point, ligne, surface.



Modèles des données dans les SIG

► Modèle vectoriel

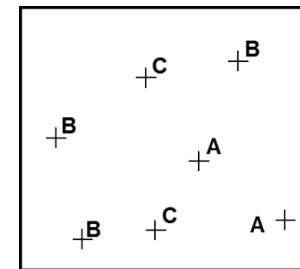
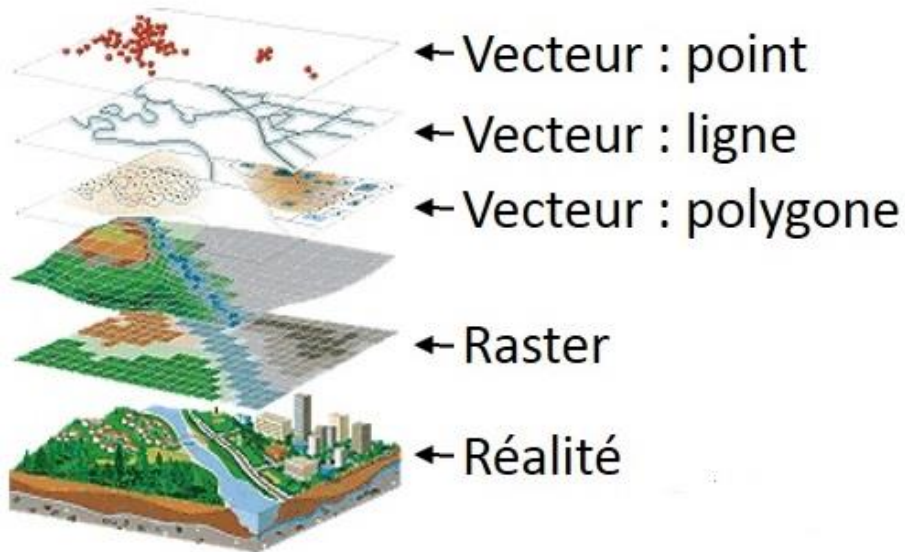
- Données graphiques stockées sous forme de point, ligne ou polygone
- **Point**: paire de coordonnées x, y (dimension 0)
- **Ligne**: jeu de coordonnées définissant une forme (dimension 1)
- **Polygone**: jeu de coordonnées définissant des limites entourant des zones (dimension 2)



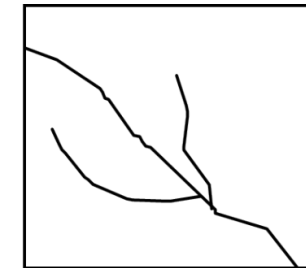
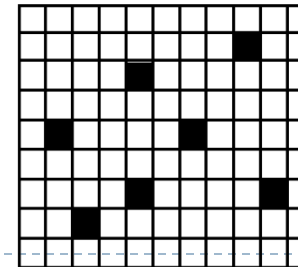
Modèles des données dans les SIG

► Modèle Vectoriel

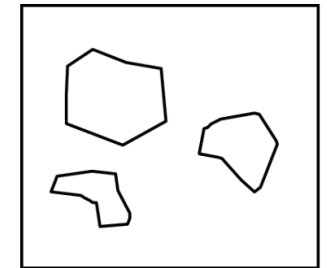
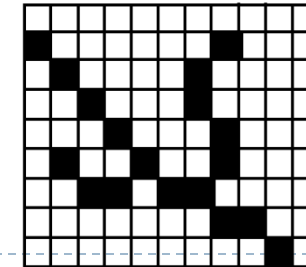
- **Points:** Exemples: Immeubles, cabines téléphoniques, infrastructures sociales et sanitaires,...
- **Lignes:** Exemples: rues, routes, hydrographie, réseaux d'assainissement,...
- **Polygones:** Exemple: départements, communes, parcelles, les types de sol,...



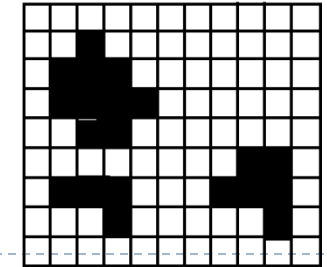
Points



Lignes



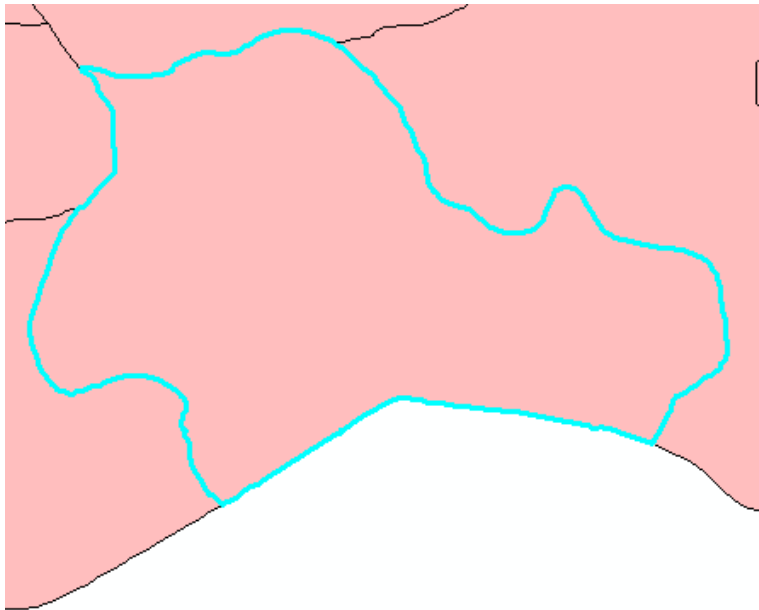
Polygones



Modèles des données dans les SIG

► Modèle Vectoriel

- Les entités spatiales sont associées à des attributs stockés dans des tables
- Le SIG fait la liaison entre les données graphiques et les attributs automatiques



Table

DEPARTEMENTS

	FID	Shape *	OBJECTID	REGION	DEPARTEMEN	SHAPE Lenq	SHAPE Area
	6	Polygone	7	Dosso	Birni N'Gaouré	444232,850269	4544369122,520001
	7	Polygone	8	Dosso	Dogondoutchi	594913,849135	11161862897,9
	8	Polygone	9	Dosso	Dosso	485871,085283	8069469890,89
	9	Polygone	10	Dosso	Gaya	373944,49658	4074206567,76
	10	Polygone	11	Dosso	Loga	375716,634908	3857728414,95
	11	Polygone	12	Maradi	Aguie	266227,089805	2852619922,9
	12	Polygone	13	Maradi	Dakoro	690305,289366	16551392052,299999
	13	Polygone	14	Maradi	Guidan Roumji	376675,968158	4778895217,95
	14	Polygone	15	Maradi	Madarounfa	283512,009402	3643951988,96
	15	Polygone	16	Maradi	Mayahi	376887,061247	6493831453,48
	16	Polygone	17	Maradi	Tessaoua	437638,787715	5100659579,1

0 (1 sur 36 sélectionnés)

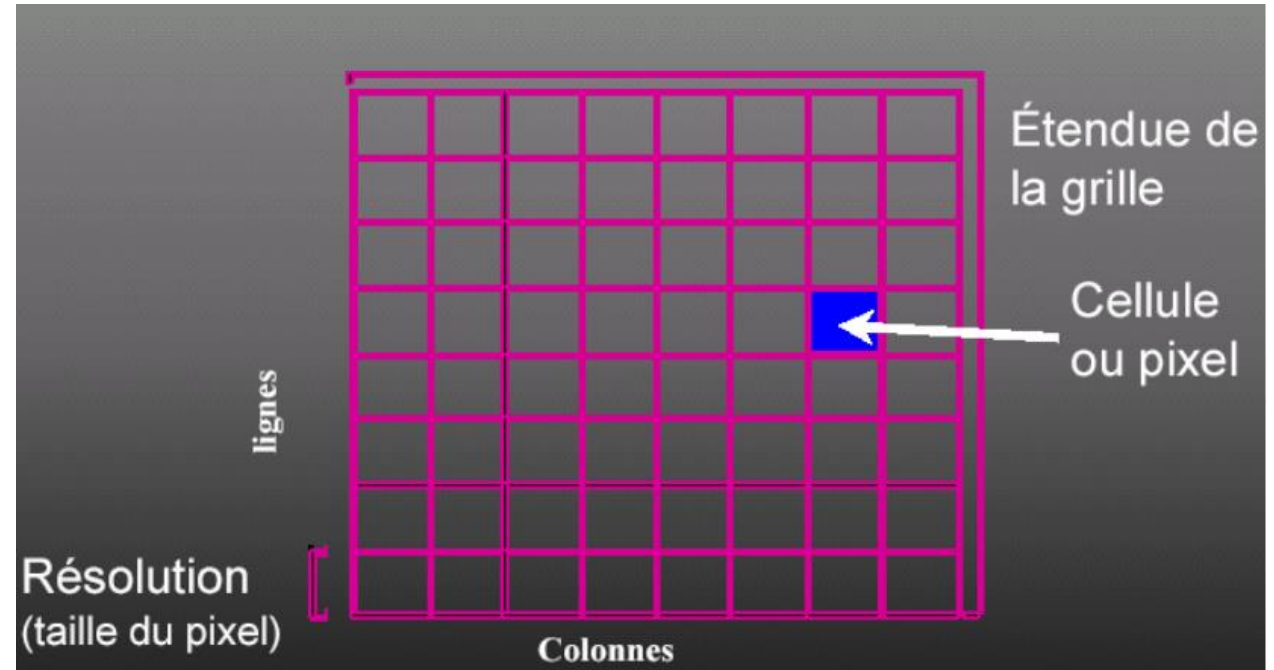
DEPARTEMENTS

Modèles des données dans les SIG

- ▶ **Modèle Vectoriel:** caractéristiques
- ▶ Distribution irrégulière des entités spatiales
- ▶ Représentation géométrique des entités
- ▶ Frontières explicites
- ▶ Localisation précise et uniques
- ▶ Attributs et entités liés par un numéro (index) d'identification dans un tableau
- ▶ Représentation efficace de la topologie

Modèles des données dans les SIG

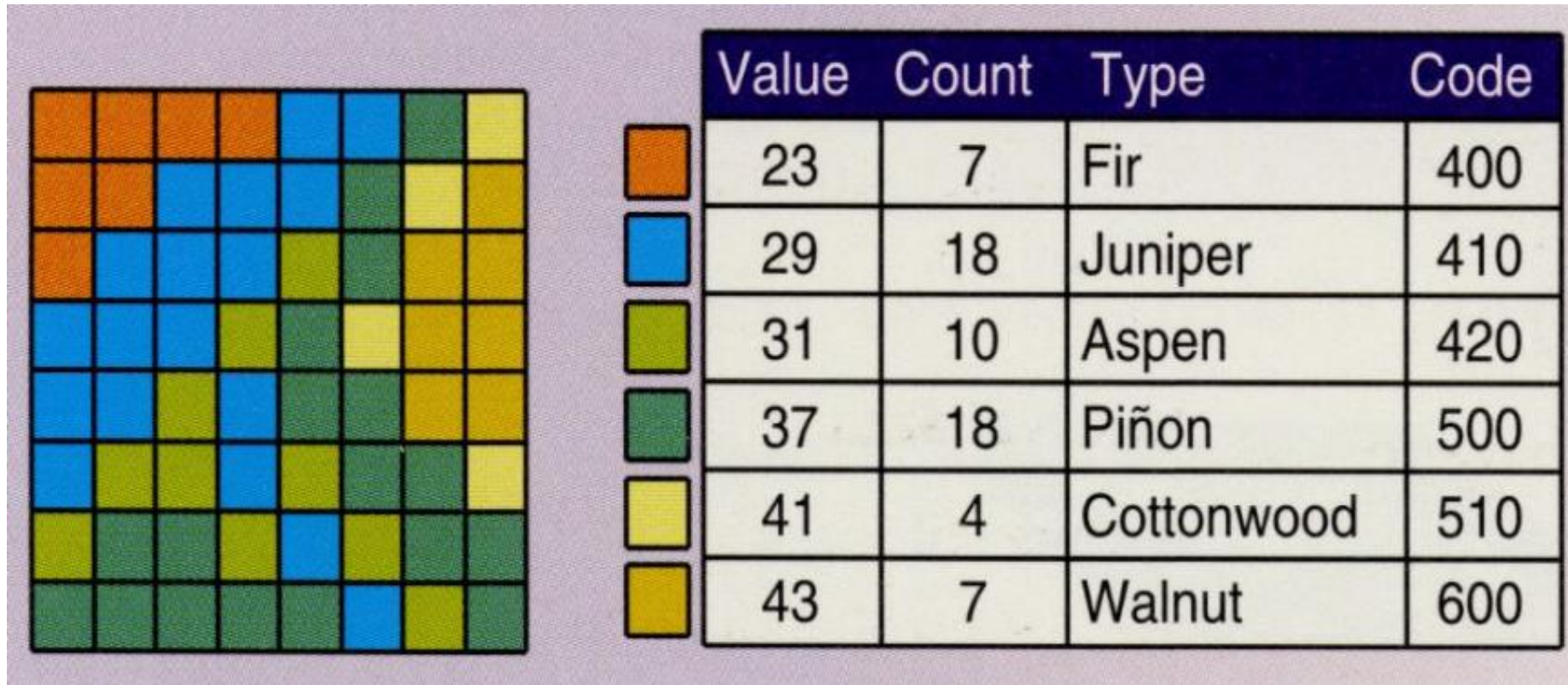
- ▶ **Modèle Raster :**
caractéristiques
- ▶ Utilisation d'une grille (matrice):
Espace géographique subdivisé en pixel (Picture Element)
- ▶ Une valeur par pixel
- ▶ Résolution en unité de mesure sur le terrain
- ▶ Localisation définie par numéros de ligne et de colonne
- ▶ Utilisation d'un codage sur un nombre de bit



Précision de l'information liée à la taille de pixel. Selon le logiciel, coordonnées d'un point = celle du milieu du pixel ou celle du coin supérieur gauche de ce dernier.

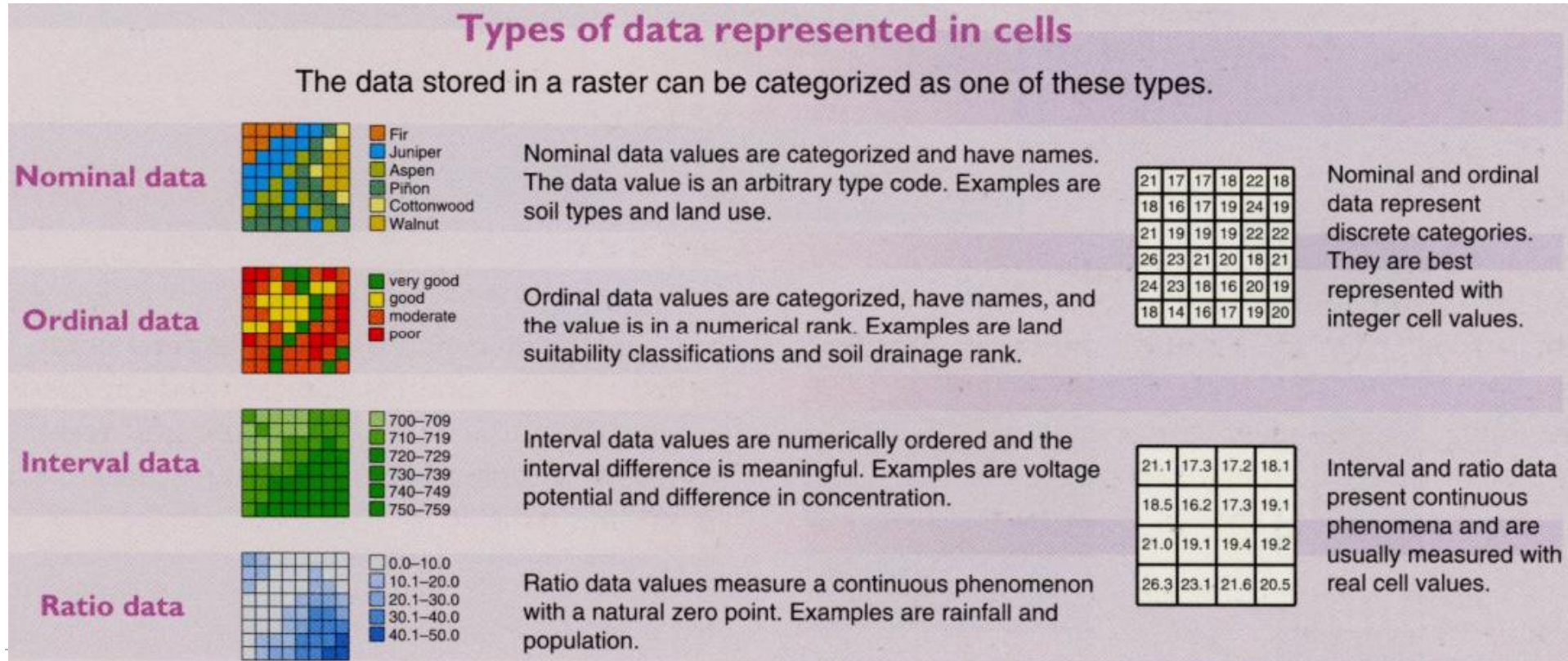
Modèles des données dans les SIG

► **Modèle Raster:** Attribut des données



Modèles des données dans les SIG

- ▶ **Modèle Raster:** Type de données représentées
- ▶ Données discrètes: nominales et cardinales
- ▶ Données continues: sous formes d'intervalles ou de ratio



Modèles des données dans les SIG

► Modèle Raster: Affichage des données Raster

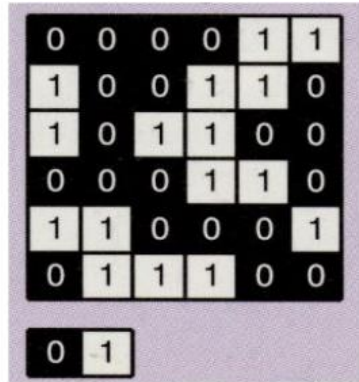


Image monochrome

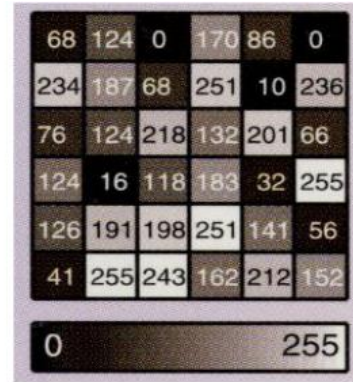
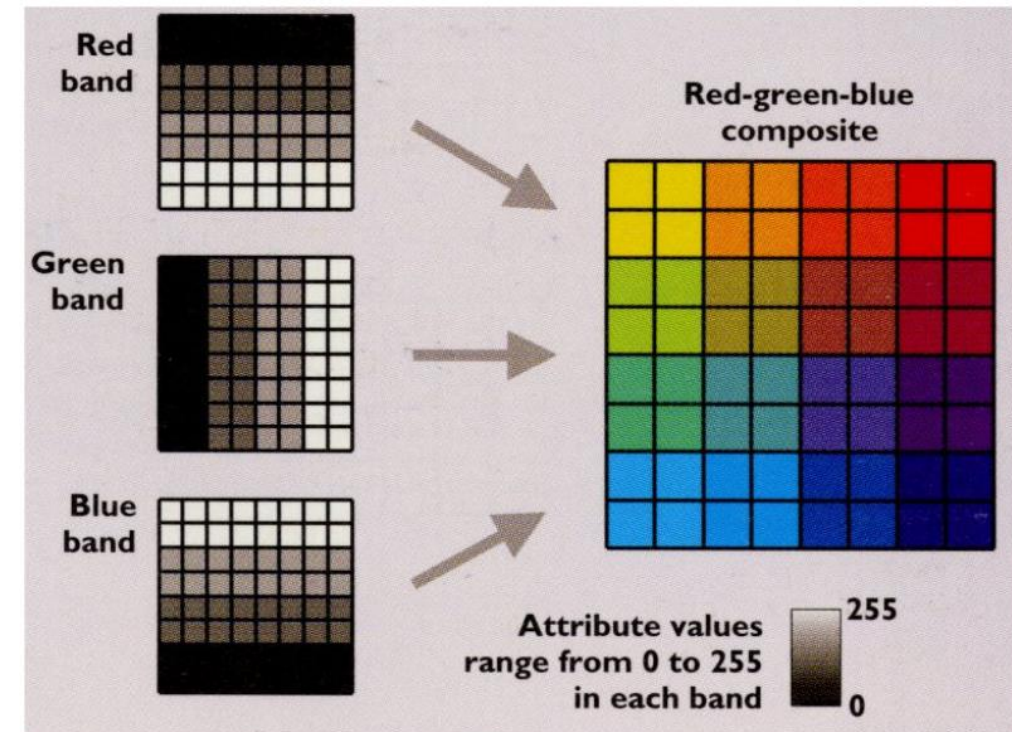
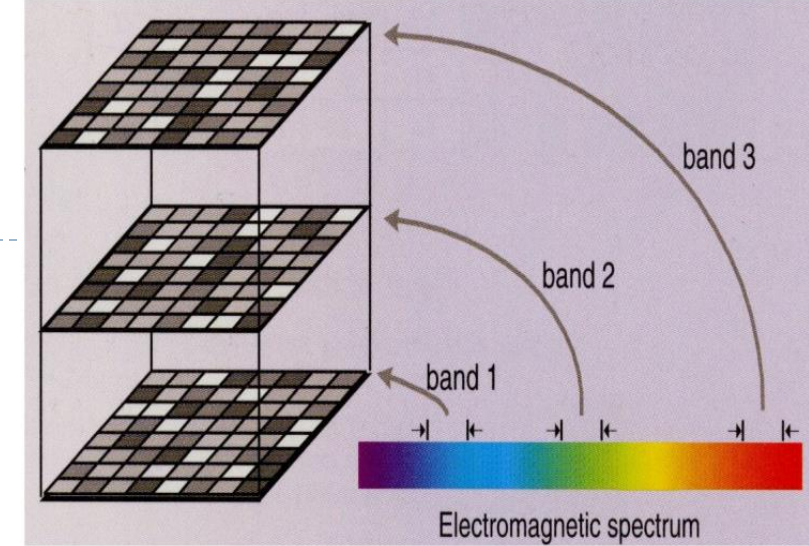
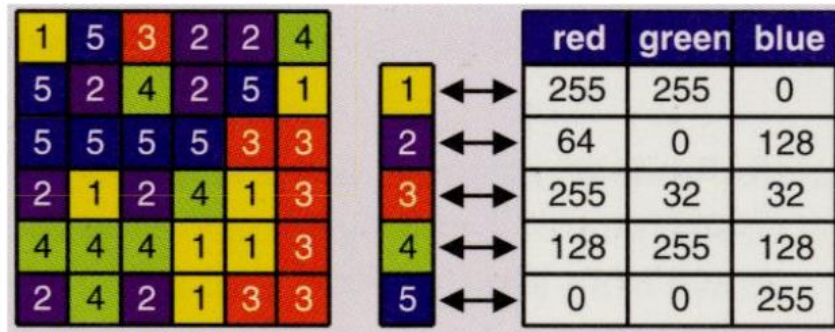
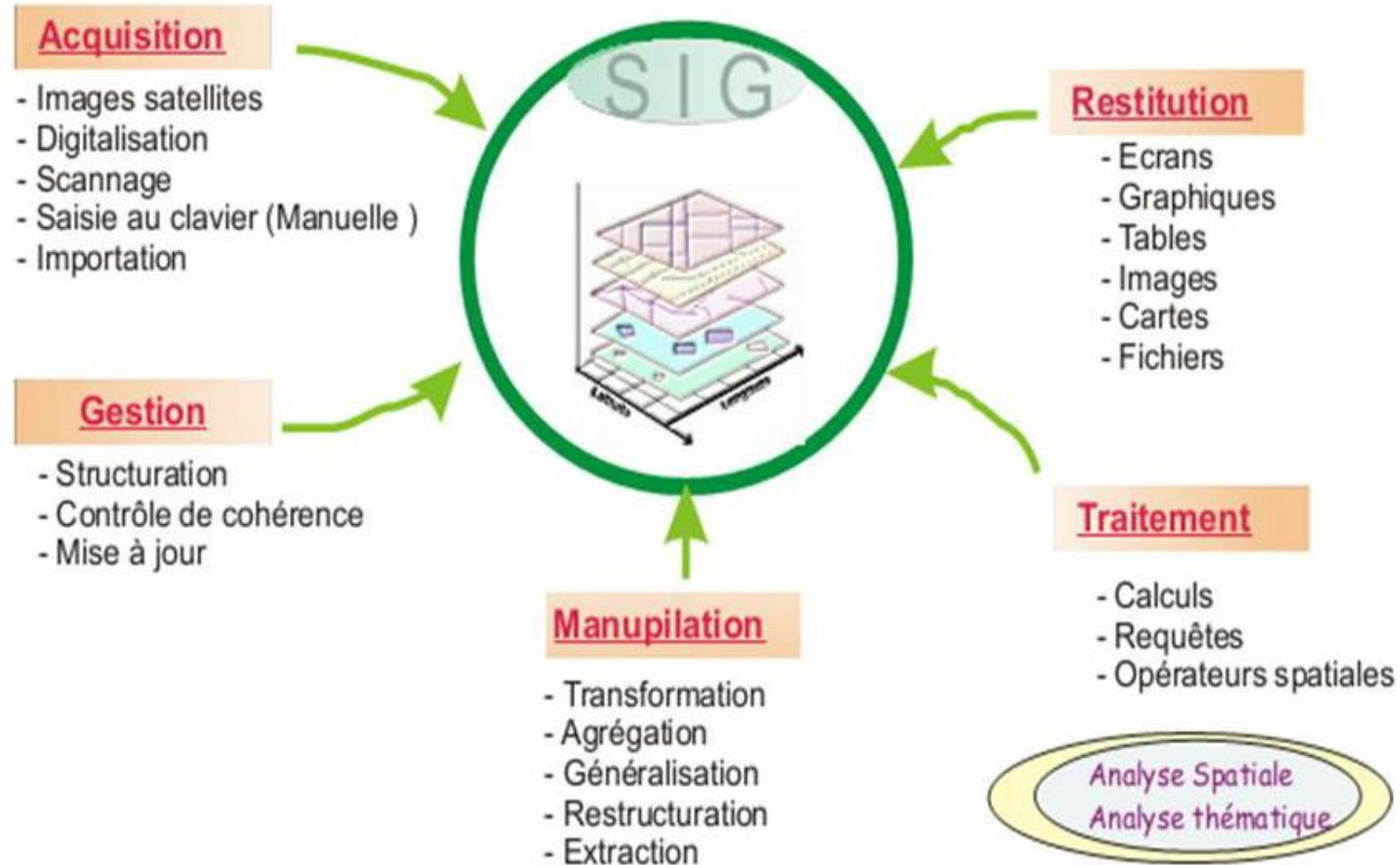


Image niveau de grille

Image couleur



Fonctionnalités des SIG



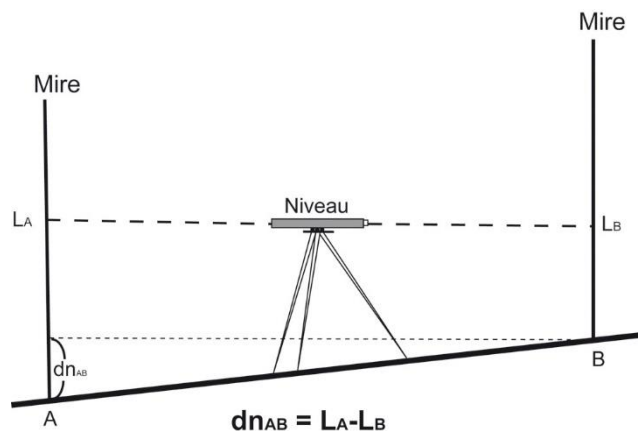
Source: <https://sites.google.com/site/pastoraldz/cartographie-gps/initiation-au-systeme-d-information-geographique/definitions-des-s-i-g>

Fonctionnalités des SIG

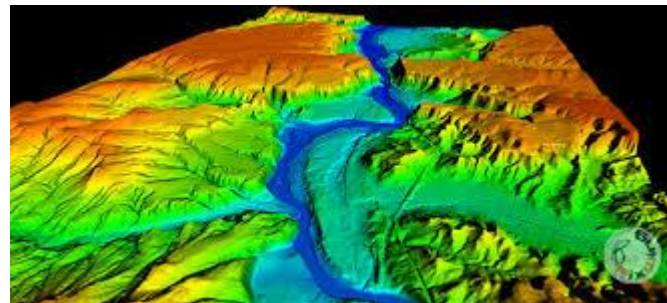
- ▶ **I- Acquisition des données**
- ▶ **Données primaires:** mesurées par un instrument ou par une observation, dérivées d'informations primaires combinées ou encore interprétées si elles ne sont pas mesurables. **Exemple:** données de localisation, observations sur le terrain (Astronomie, Topographie, GNSS, ...)
- ▶ **Données thématiques:** Ce sont des données qui représentent un état (qualitatif ou quantitatif) d'une chose ou d'un ensemble de choses. Elles sont acquises par des mesures physiques et ponctuelles. **Exemple:** Débit d'une rivière, Charge de trafic, Télédétection spatiale, Photogrammétrie, Géophysique, Enquête, ...
- ▶ Autres sources : bases de données existantes, tableaux et listes de données numériques ou alphanumériques, cartes existantes, documents graphiques, etc.

Fonctionnalités des SIG

- ▶ **I- Acquisition des données**
- ▶ Données primaires: Topographie
Altimétrie (Nivellement)

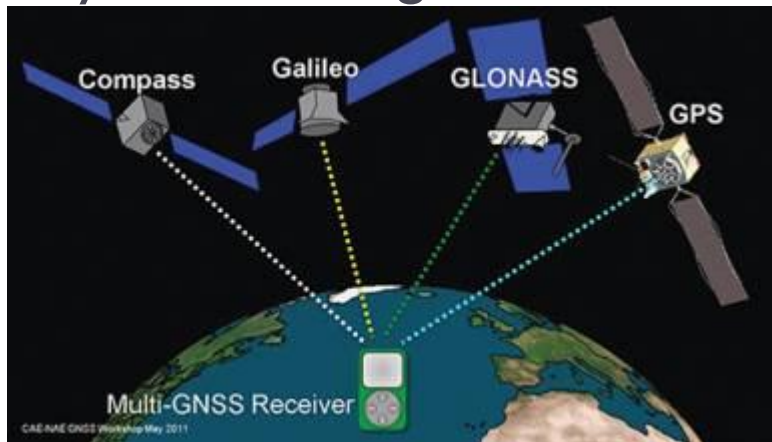


Planimétrie



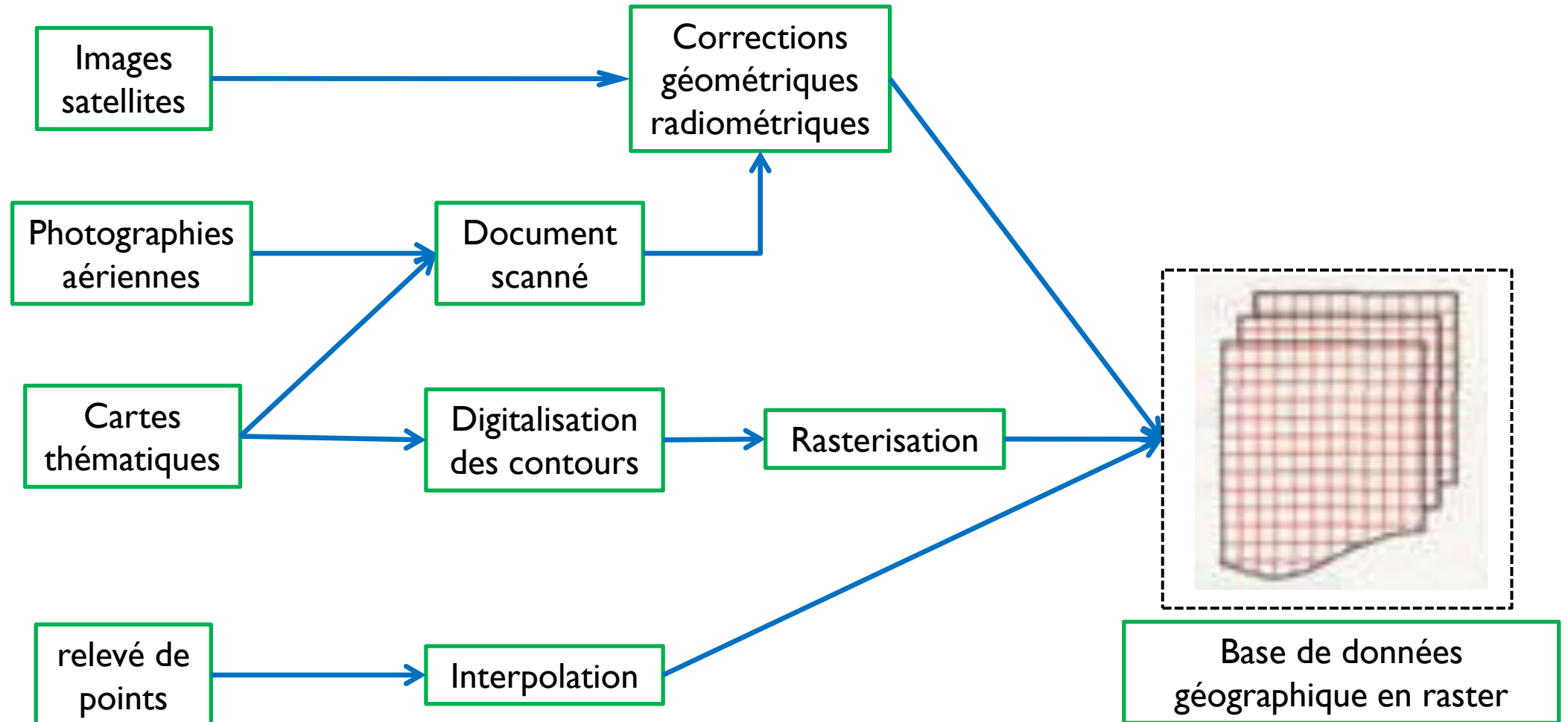
Fonctionnalités des SIG

- ▶ **I- Acquisition des données**
- ▶ Données primaires : GNSS (Global Navigation Satellite Systems)
 - ▶ GPS
 - ▶ Galileo
 - ▶ Glonass
 - ▶ Compass
 - ▶ SBAS: systèmes d'augmentation



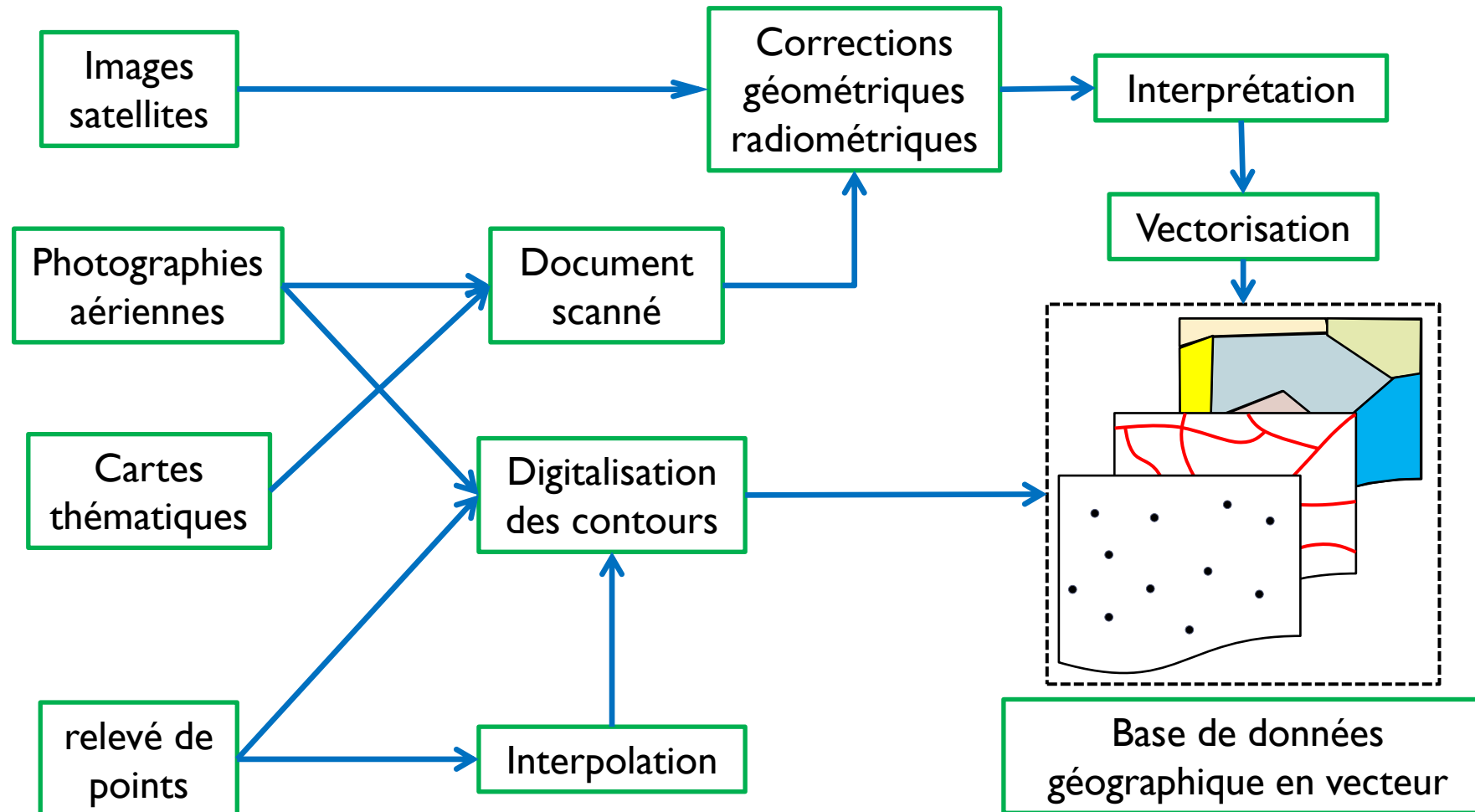
Fonctionnalités des SIG

► ACQUISITION DES DONNÉES RASTER



Fonctionnalités des SIG

► ACQUISITION DES DONNÉES VECTORIELLES



Fonctionnalités des SIG

2 - Gestion des données

- ▶ La structuration des données est une formalisation des données géographiques, attributaires ou spatiales en vue des traitements ultérieurs.
- ▶ Contrainte de structuration: Informatiques, Thématiques, Cartographiques.
- ▶ Plusieurs possibilités pour structurer les données:
 - ▶ Utilisation d'une base de données
 - ▶ Les données descriptives organisées en base de données sont gérées à travers un SGBD.
 - ▶ Organisation des données graphiques en couches

Fonctionnalités des SIG

2 - Gestion des données - **Notion de qualité des données**

- ▶ **METADATA** : date de création, échelle, Système de géoréférencement, nomenclature employée, méthode de collecte, type d'échantillonnage, méthodes de classification et d'interpolation utilisées, qualité des données, taille et forme des unités cartographiées → s'assurer de leur compatibilité avec les besoins de l'application
- ▶ **Qualité** = ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites.
- ▶ **Paramètres de qualité**: Vérité temporelle ou actualité, Précision de la description des objets, Fidélité de la géométrie, Cohérence topologique, Cohérence logique,

Fonctionnalités des SIG

2 - Gestion des données

- ▶ **Exemple de format de stockage: fichier de forme ou « Shape file »**
 - ▶ Format créé par ESRI dans les années 90 pour le stockage des données vectorielles dans ArcView 3.x, non topologique et permettant de stocker des données d'une seule géométrie: point, ligne ou polygone.
 - ▶ Ensemble de fichiers de même nom mais de différentes extensions qui doivent être stockés dans le même répertoire.
 - ▶ Trois extensions les plus importantes: ***.shp** (contenant les formes géométriques), ***.dbf** (contenant les données attributaires) et ***.shx** (fichier d'index)
 - ▶ Autres fichiers sont facultatifs, dont: *.prj, *.sbn, *.avl, *.sbx,

Format standard et d'échange de données vectorielles dans les SIG depuis la publication de sa structure par ESRI, accessible en lecture/écriture par la plupart des logiciels SIG.

Fonctionnalités des SIG

▶ **3 - Manipulation des données**

- ▶ Il s'agit des fonctions de transformation des données sans créer de nouvelles connaissances.
- ▶ Transformation des données géométriques ou attributaires
- ▶ Il s'agit des opérations:
 - ▶ de changement de format au niveau des données lors des opérations d'importation et d'exportation,
 - ▶ de modifications géométriques
 - ▶ simplification de ligne, de nœuds
 - ▶ de modification d'attributs
 - ▶ de changement de système de référence
 - ▶ de reconstruction de la topologie

Fonctionnalités des SIG

4 - Traitement des données

- ▶ **Analyses spatiale et thématique** à travers des calculs, des requêtes, des opérateurs spatiaux.
- ▶ **Croisement de plusieurs couches** → générer de nouvelles informations.

a) Les calculs

- ▶ Caractéristiques métriques et géométriques des objets: calcul de distance, de périmètre, de surface, de volume,....
- ▶ Informations descriptives: par le biais des opérateurs arithmétiques des base de données

b) Les requêtes

- ▶ **Requêtes attributaires** (sur les caractéristiques des objets (sélection à partir de conditions))
- ▶ **Requêtes spatiales** : sur les relations entre objets (sélection sur la représentation graphique et/ou les relations géographiques et topologiques)

Fonctionnalités des SIG

4 - Traitement des données

c) Les opérateurs spatiaux des SIG

- ▶ Fonctions permettant d'appliquer des traitements spécifiques aux données géographiques en vue de leur transformation ou de leur analyse.
- ▶ Opérateurs spatiaux parfois spécifiques au modèle donné (raster ou vecteur), d'autres s'appliquent aux deux:
 - ▶ Combinaison / Croisement de couches
 - ▶ Construction de zones tampon (« buffer »)
 - ▶ Opérations de voisinage: analyse des relations spatiales entre objets – Filtrage (sur données raster, en particulier sur les images satellites)
 - ▶ Opérations en 3D

Fonctionnalités des SIG

4 - Traitement des données

► Exemples:

- Combien existe-t-il de maisons dans une zone de 100 mètres de part et d'autre de cette autoroute ?
- Quel est le nombre total de client dans un rayon de 10 km autour de ce magasin ?



Fonctionnalités des SIG

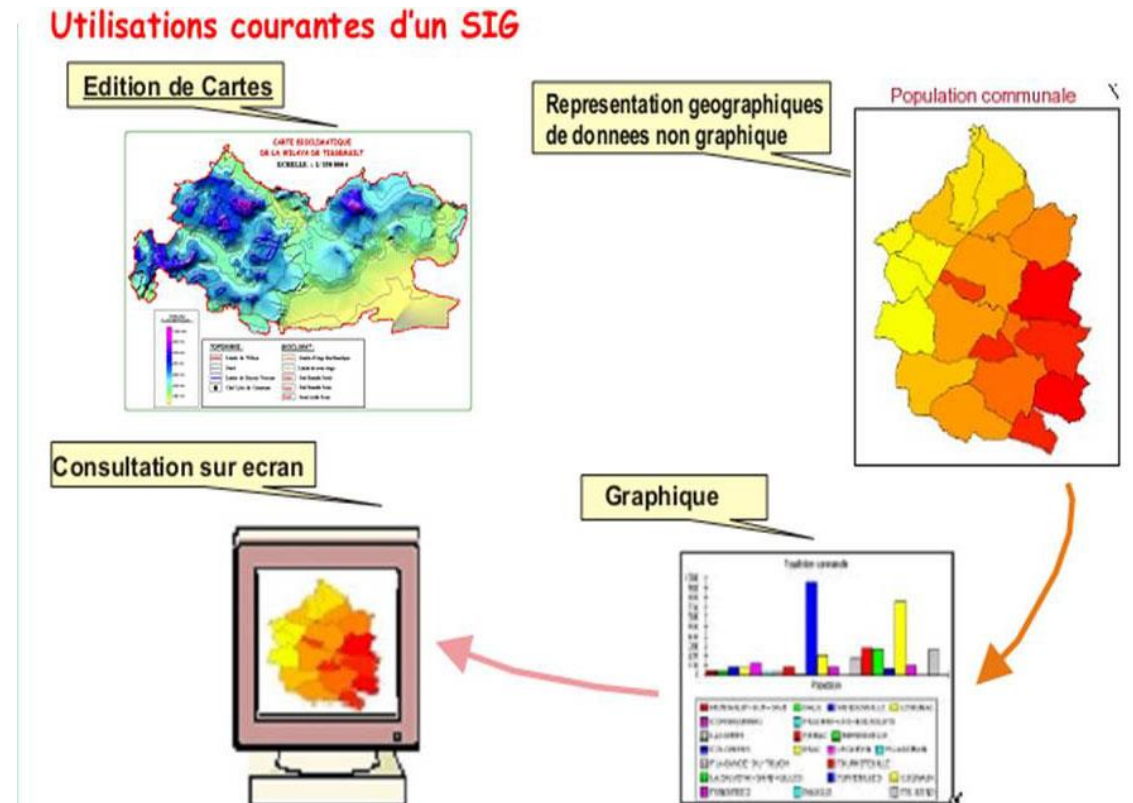
5-Restitution des données

- ▶ Il s'agit ici de la mise en valeur des résultats, communication avec les utilisateurs et sensibilisation. La restitution de l'information géographique stockée dans les bases de données peut se faire sous différentes formes:
 - ▶ par visualisation sur écrans graphiques (images, vues 3d, cartes, animation, fichiers,...)
 - ▶ sous forme de tableaux de données, de rapports,...
 - ▶ sous forme de carte ou collections de cartes,...
- ▶ Les règles de présentation des données doivent être respectées, elle précisent les principes d'utilisation de variables visuelles qui permettent de réaliser des documents cartographiques clairs, cohérents et rigoureux.

Fonctionnalités des SIG

5-Restitution des données

La restitution cartographique est aussi fonction des différents matériels disponibles et leur spécificités : imprimantes, tables traçantes,...



Source: <https://sites.google.com/site/pastoraldz/cartographie-gps/initiation-au-systeme-d-information-geographique/definitions-des-s-i-g>