



## ***NEPAD CENTRES OF EXCELLENCE ON WATER SCIENCES AND TECHNOLOGY - PHASE II***

***“Human Capacity Development Programme addressing Junior Professional and Technician level capacity challenges”***

### **Module de cours n°3**

## **INITIATION AUX SYSTÈMES D'INFORMATIONS GÉOGRAPHIQUES (SIG)**

**Animateurs :**

**Prof. Awa NIANG FALL**

**Dr. El Hadji Abdou Karim KEBE**

*Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal*

# PLAN

- ❑ SIG (Définition, Historique, composants)
- ❑ Théorie sur les données à référence spatiale
- ❑ Manipuler des fichiers et des tables
- ❑ SIG bureautique
- ❑ SIG et Télédétection

# PARTIE-1

**SIG**

**D**EFINITION

**H**ISTORIQUE

**C**OMPOSANTS & ARCHITECTURE

# Qu'est ce qu'un SIG?

- Un système d'information géographique est un "système informatique de matériels, de logiciels, et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion".

# Les composants d'un SIG

**Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :**

## **Matériel**

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

## **Logiciels**

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations.

## **Données**

Sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données

## **Utilisateurs**

Un SIG étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence.

## **Méthodes**

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

# Les Composants d'un SIG (*suite*)

*Un SIG est constitué de cinq composants majeurs :*

## **(UN)** Les logiciels

- Ils assurent les 6 fonctions suivantes (parfois regroupées sous le terme des '6A'):
- représentation du monde réel (Abstraction)
- saisie des informations géographiques sous forme numérique (Acquisition)
- gestion de base de données (Archivage)
- manipulation et interrogation des données géographiques (Analyse)
- mise en forme et visualisation (Affichage)

# (DEUX) Les Données

- Elles sont la base des SIG. Les **données géographiques** sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur.
- Les **données géographiques** possèdent 3 composantes :
- les données géométriques renvoient à la forme et à la localisation des objets ou phénomènes ;( point, ligne, polygone).



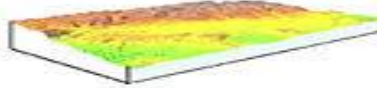
Point  
(0D)



Ligne  
(1D)



Polygone  
(2D)



Relief  
(2,5D)



Objet  
(3D)

- **Les trois composantes de l'information géographique sont :**
- l'information relative à un objet décrit par sa nature, son aspect : c'est le **niveau sémantique**. L'ensemble des attributs de l'objet forme ses attributs (ex. : le numéro d'une parcelle cadastrale, le nom d'une route, d'une rivière, d'une commune, etc.) ;
- les relations éventuelles avec d'autres objets ou phénomènes : c'est le **niveau topologique** (ex. : la contiguïté entre deux communes, l'inclusion d'une parcelle dans une commune, l'adjacence entre les différents nœuds des tronçons constituant des parcelles cadastrales, etc.) ;
- la forme et la localisation de l'objet sur la surface terrestre, exprimés dans un système de coordonnées explicite c'est le **niveau géométrique** (ex. : coordonnées géographiques polaires ou sphériques de type Longitude-Latitude ou coordonnées cartographiques issues d'une projection cartographique comme la projection Lambert). Un système de coordonnées peut être valable sur tout ou partie de la surface terrestre ou autre (ex. : le système géodésique mondial WGS84). Mais on peut aussi définir un système de coordonnées « relatives » par rapport à un point d'origine comme c'est souvent le cas pour des relevés en topographie.



# **(Trois) Les matériels informatiques**

- Le traitement des données se fait à l'aide des logiciels sur un ordinateur. Des systèmes client-serveur en intranet, extranet voire via Internet facilitant ensuite et de plus en plus la diffusion des résultats.
- Ainsi le matériel est composé de:
  - Ordinateur
  - Accessoires informatique: clés USB, Disque, imprimantes...
  - Réseaux: internet, intranet, extranet

# **(Quatre) Les savoir-faire (méthodes)**

- Un SIG fait appel à une connaissance technique et à divers savoir-faire et donc divers métiers qui peuvent être effectués par une ou plusieurs personnes. Le « sigiste » doit mobiliser 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, langage UML par exemple), en traitement statistique, en sémiologie graphique et cartographique, en traitement graphique. Il doit savoir traduire en requêtes informatiques les questions qu'on lui pose.

# **(Cinq) Les Utilisateurs**

Le développement des SIG a favorisé une utilisation diverse dans une même base de données.

Ainsi plusieurs niveaux ont alors été identifiés en fonction du degré d'implication dans le système dont:

**Utilisation niveau 1 : Consultation**

**Utilisation niveau 2 : SIG bureautique personnalisé et SIG métiers**

**Utilisation niveau 3 : Administration du SIG**

# (Cinq) Les Utilisateurs, suite

## Utilisation niveau 1 : Consultation

Ce sont les utilisateurs « passifs » qui regroupent les personnes qui ont un besoin de recherche de données cartographiées dans un but informatif ou pour une intégration dans un outil bureautique quelconque (traitement de texte...).

L'utilisateur préalablement identifié pourra visualiser les couches numériques du SIG. Il ne pourra pas paramétrer les fonctions SIG ou réactualiser les données. L'utilisateur pourra créer une couche dessin enregistrable...

# **(Cinq) Les Utilisateurs, suite**

## **Utilisation niveau 2 : SIG bureautique personnalisé et SIG métiers**

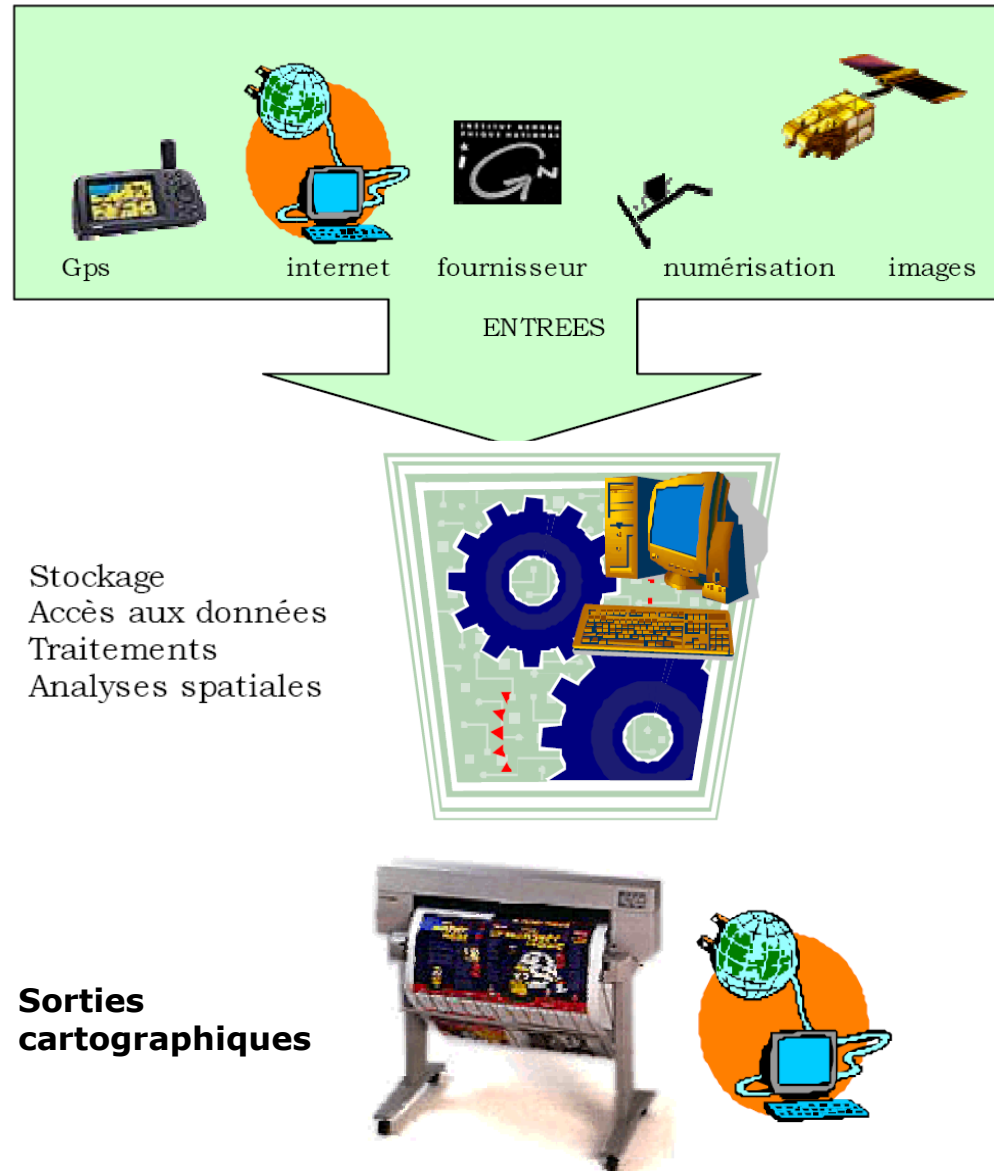
Ce sont les utilisateurs « dynamiques ». Ils sont responsables de la production et de la tenue à jour de données thématiques (de leurs domaines de compétences). Ils auront les droits de création, modification, suppression de leurs couches

# **(Cinq) Les Utilisateurs, fin**

- **Utilisation niveau 3 : Administration du SIG**  
Ces utilisateurs sont principalement en charge de tout ce qui est analyse et entretien du système en vue de son meilleur fonctionnement.
- Ils sont aussi responsable de sa vulgarisation pour son utilisation dans d'autres secteurs d'où le SIG peut être utile.
- Il s'agit des administrateurs du SIG.

# Architecture des SIG

**Le Système d'Information Géographique est un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse, l'affichage de données localisées. On peut distinguer trois grandes catégories de fonctionnalités :**



## **PARTIE-2**

# **THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE**



# Théorie sur les données à référence spatiale

On distingue généralement deux types de données : **vecteur et raster**

**Vecteur?**

= et/ou #

**Raster?**

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## A- Données Vectorielles

Les **données vecteur** sont généralement créées par les logiciels de cartographie. Elle se définissent uniquement par des coordonnées et sont représentées sous de trois formes:

### Point

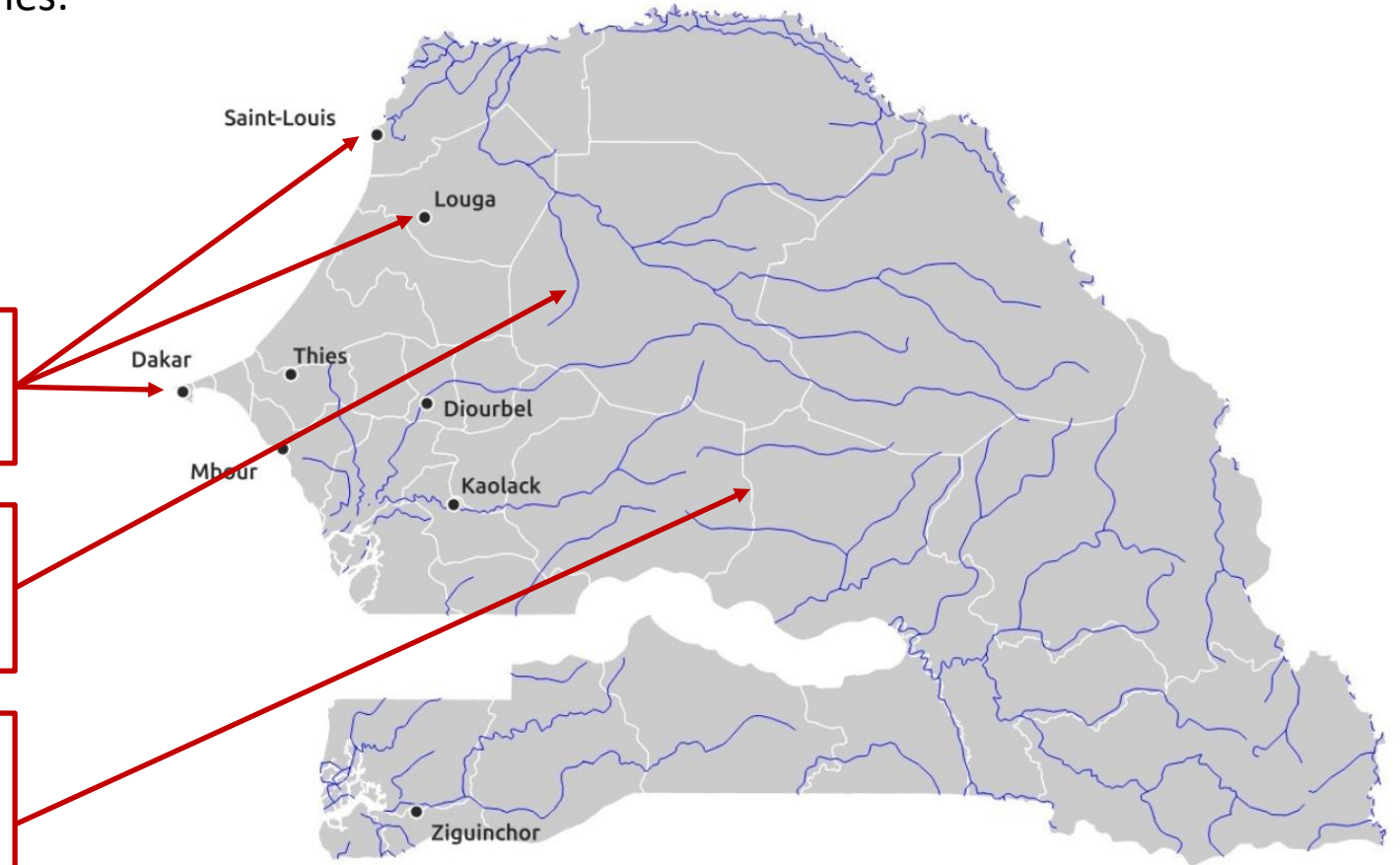
Position d'une ville, d'un bâtiment.....

### Ligne

Tracé des cours d'eau, des routes.....

### Polygone

Limites des entités administratives, des réserves naturelle ...

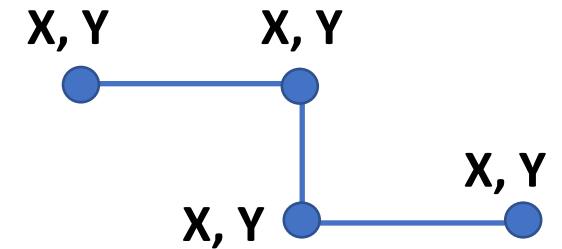


# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

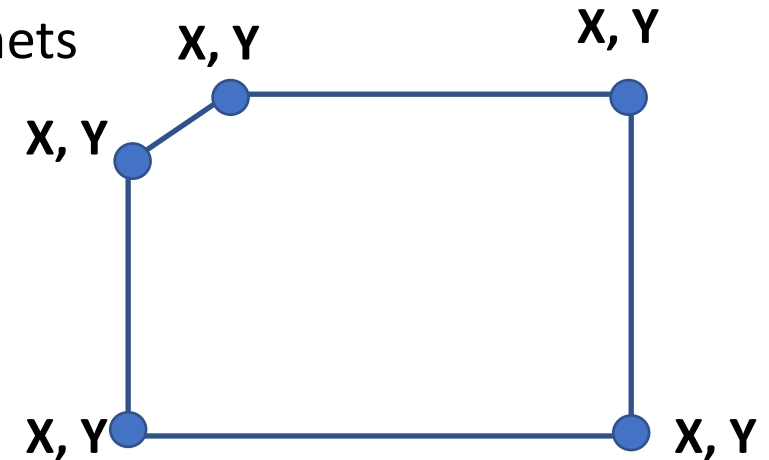
## A- Données Vectorielles

**Point** : défini par un couple de coordonnées  $(X, Y)$       ●  $X, Y$

**Ligne** : définit par des couples de coordonnées  $(X, Y)$  à chaque sommets



**Polygone** : définit par des couples de coordonnées  $(X, Y)$  à chaque sommets



# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## A- Données Vectorielles

### NB :

- Une couche vecteur sera soit de type point, soit de type ligne, soit de type polygone, mais ne pourra pas contenir de données de deux types différents (sauf dans le cas particuliers de certains formats qui ne seront pas abordés dans ce cours) ;
- Les données vecteur sont généralement moins volumineuses que les données raster ;
- Quelques exemples de formats vecteur : GPX, KML, SVG, AI, SHP...

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## A- Données Vectorielles

Les données vectorielles ont deux composantes :

- La **composante spatiale** correspond à la localisation et la géométrie d'un objet, donc à ses coordonnées ;
- La **composante attributaire** correspond aux données qui sont associées à un objet.

Par exemple, la composante spatiale d'une forêt sera le polygone représentant sa limite, et sa composante attributaire sera son nom, son code, sa superficie, son périmètre.....

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## A- Données Vectorielles

Format des fichiers vectoriels les plus couramment utilisés en SIG

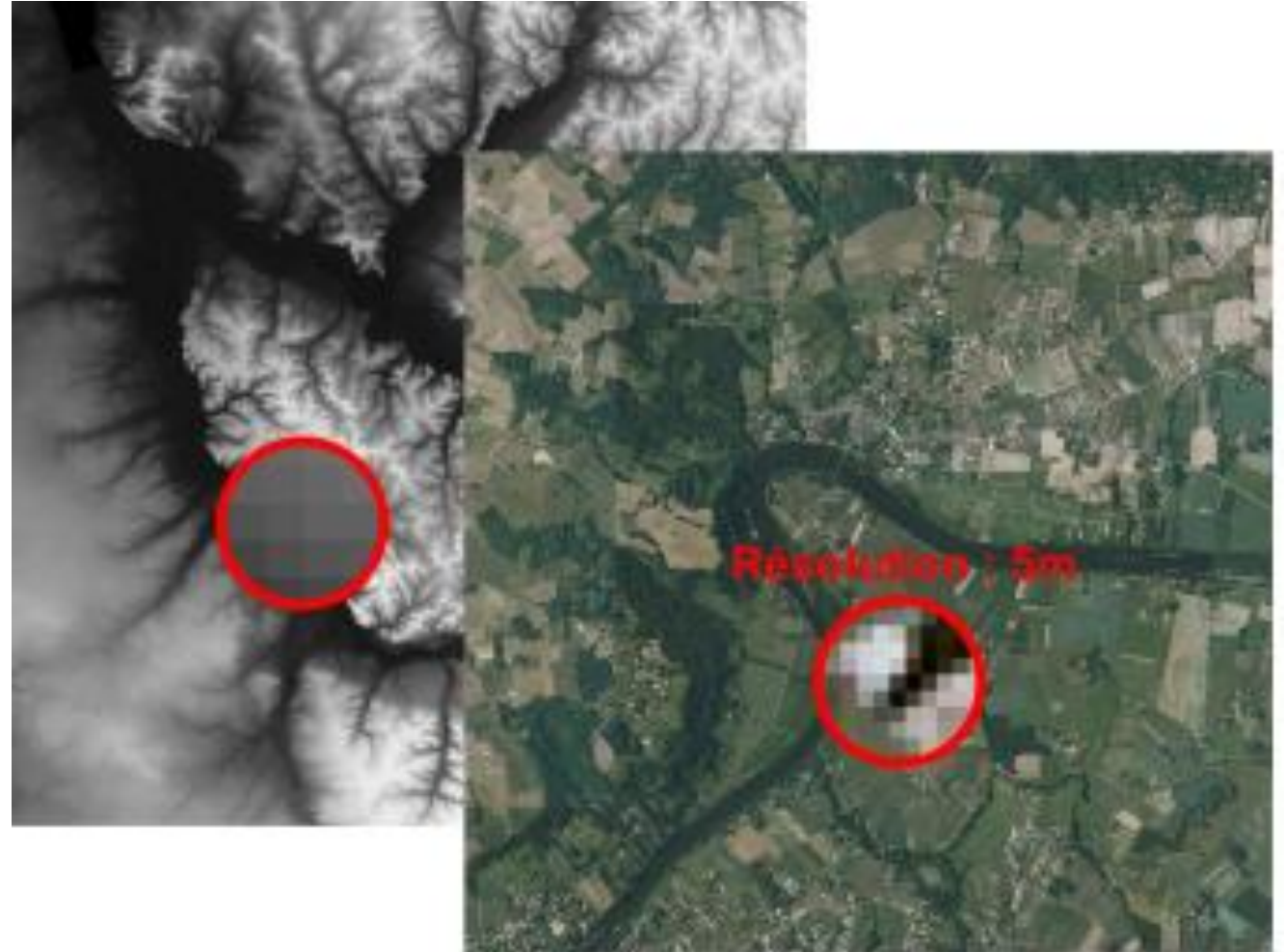
	<i>.shp</i>	<i>.tab</i>	<i>.kml</i>	<i>.gpx</i>
<i>Origine du format</i>	Format créé par Esri pour la suite SIG Arcgis	Format de mapinfo	Format créé par google pour google earth	Format utilisé par la plupart des gps
<i>Possibilité affichage dans Qgis</i>	oui	oui	oui	oui
<i>Possibilité modification dans Arcgis</i>	oui	non	non	non

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## B- Données Raster

Les données raster, sont des matrices correspondant à des grilles composées de cellules. Chaque cellule contient une valeur qui, souvent représente un phénomène géographique par exemple, l'altitude ou l'occupation du sol.

Ça peut être une carte scannée, une photographie aérienne, une image satellite, une photo numériques, .... ou images, sont constituées de pixels. En zoomant sur un raster, on finit par distinguer les pixels.

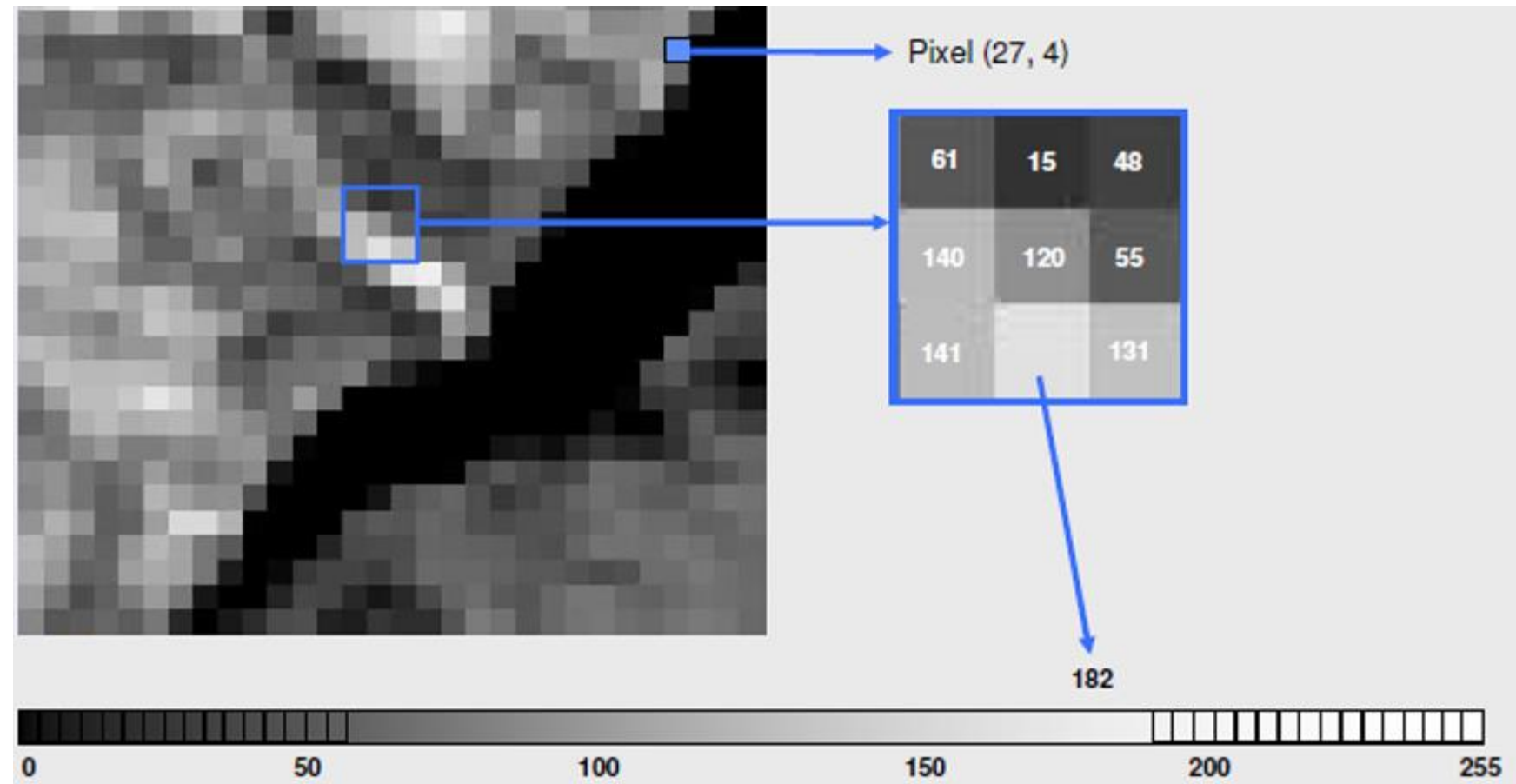


# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## B- Données Raster

Un raster est caractérisé par :

- la taille d'un pixel, ou résolution.
- La couleur de chaque pixel (radiométrie)

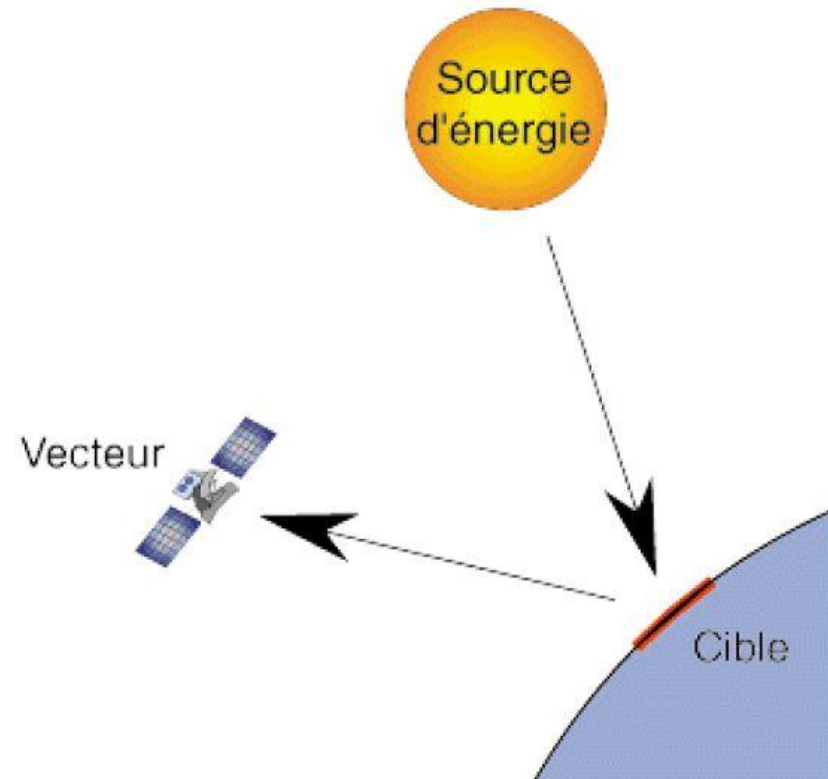




# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

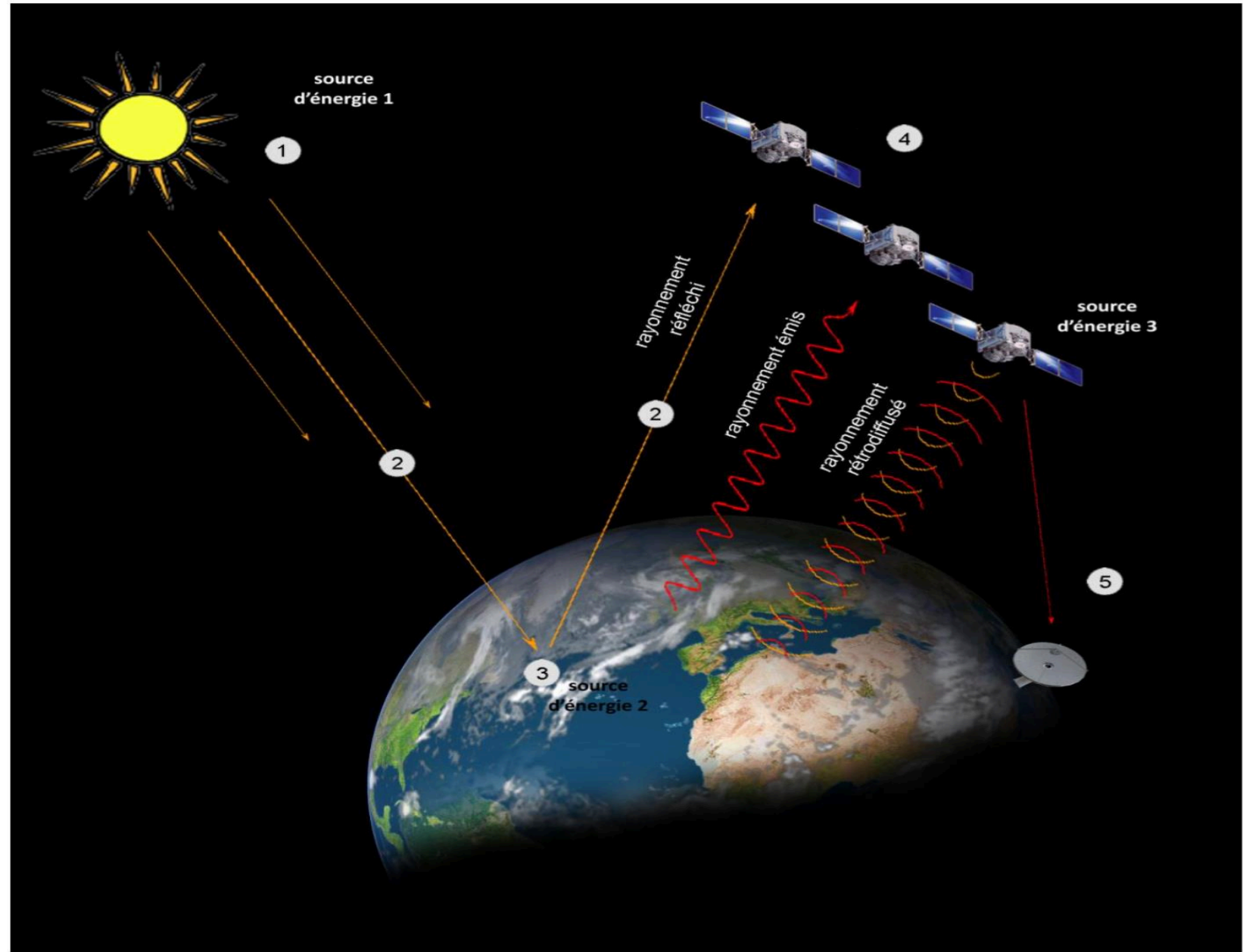
## B- Données Raster (Acquisition par télédétection)

- Le principe de base de la télédétection est similaire à celui de la vision de l'homme, la télédétection est le fruit de l'interaction entre trois éléments fondamentaux :
- Une source d'énergie
- Une cible et;
- Un vecteur.



- **La cible** est la portion de la surface de la terre observée par le satellite. Sa taille peut varier de quelques dizaines à plusieurs milliers de kilomètres carrés.
- **La source d'énergie** est l'élément qui «éclaire » la cible en émettant une onde électromagnétique (flux de photons). D'une manière générale, le soleil est la source d'énergie. Néanmoins, la technologie RADAR nécessite qu'un émetteur soit embarqué sur le satellite.
- **Le vecteur** ou plate-forme de télédétection mesure l'énergie solaire (rayonnement électromagnétique) réfléchi par la cible. Le vecteur peut-être un satellite ou un avion, surplombant la cible de quelques centaines de mètres à 36 000 Km.
- Lorsque le satellite ne fait que capter le rayonnement réfléchi, on parle de télédétection passive et lorsque le satellite émet une onde vers la cible et mesure l'écho, on parle de télédétection active.

# Les sept étapes de la télédétection




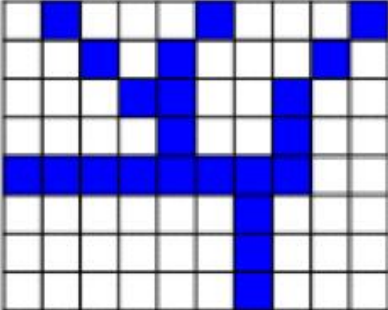
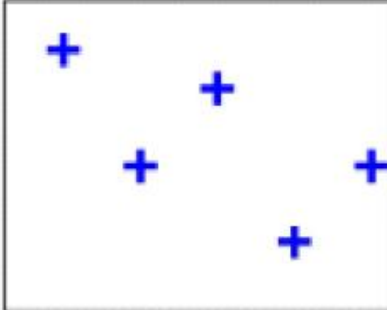
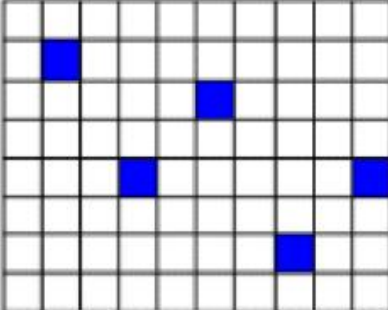
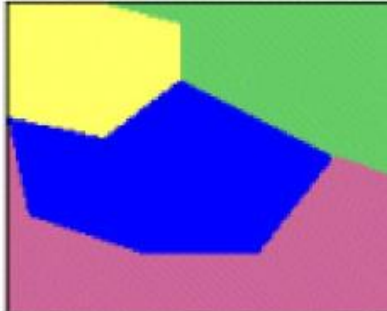
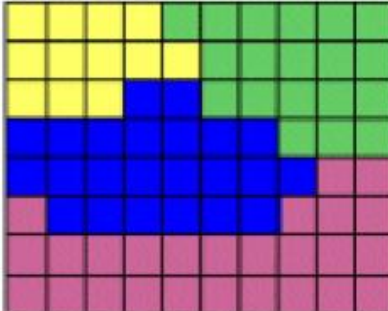
# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## B- Données Raster

Format des fichiers raster les plus couramment utilisés en SIG

	<i>.tif</i>	<i>.ecw<sup>2</sup></i>	<i>.vrt</i>
description	Format le plus courant, non ou faiblement compressée	Format fortement compressée très adaptée pour les orthos-photos	Raster virtuel correspondant à un assemblage de plusieurs dalles de .tif ou .ecw

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

Vecteur	Matrice ou Raster	Exemple dans la réalité
		<p><b>Données linéaires</b> : cours d'eau, routes,...</p>
		<p><b>Données ponctuelles</b> : arbres, stations météo, points GPS,...</p>
		<p><b>Données polygonales</b> : limites administratives (frontières de pays, limites de communes, etc.), parcs naturels, lacs,...</p>

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## C- Métadonnées

Afin de savoir quelles sont les utilisations que l'on peut faire d'une donnée, il est indispensable de posséder des informations sur la manière dont a été fabriquée cette donnée, sa date, ses limites éventuelles d'utilisation...

Ces « données sur la donnée » constituent ce qu'on appelle des métadonnées.

Elles peuvent se présenter sous diverses formes : une page web, un fichier XML, un simple fichier texte, une fiche PDF...

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## C- Métadonnées

Un fichier SHP est en fait composé de plusieurs fichiers, dont 3 sont obligatoires :

- SHP : contient les informations spatiales
- DBF : contient les informations attributaires
- SHX : fichier d'index

Le format DBF impose certaines limitations pour les noms de colonnes : maximum 10 caractères, éviter les accents...

Un 4ème fichier est aussi bien utile :

- PRJ : contient le code du système de coordonnées et éventuellement de la projection (cf. partie 2 : Notions de géodésie)

Pour que le shapefile s'ouvre correctement, tous ces fichiers doivent avoir exactement le même nom et être au même endroit. QGIS peut ouvrir et éditer les fichiers SHP.

Ce format a été créé pour le logiciel MapInfo. Comme pour le SHP, un fichier au format TAB est en fait composé de plusieurs fichiers :

- MAP : données spatiales (avec le système de coordonnées)
- DAT : données attributaires
- TAB : structure de la couche
- ID : lien entre les fichiers DAT et MAP
- IND : fichier d'indexation (facultatif)

QGIS peut ouvrir des fichiers au format TAB, mais il ne peut pas les éditer ; il faudra pour cela les enregistrer au format SHP.

# THÉORIE SUR LES DONNÉES À RÉFÉRENCE SPATIALE

## C- Métadonnées

La couche xxxxxxx.TIF, est le format qui permet de stocker les coordonnées du pixel en haut à gauche de l'image, ainsi que le système de coordonnées de l'image

Il est accompagné d'un fichier xxxxxxx.qml



# **PARTIE-3**

## **MANIPULATION DES DONNÉES**

# **PARTIE-4**

## **SIG BUREAUTIQUE**

# **PARTIE-5**

## **SIG ET TÉLÉDÉTECTION**

**FINN**