

Introduction aux Systèmes d'Information Géographique

Par

Dr Jeremi ROUAMBA,

Géographe de la santé

Université Joseph Ki-Zerbo, Ouagadougou

jeremirouamba@gmail.com

Plan du cours

Introduction

I Qu'est ce qu'un SIG?

II. Définition des concepts clés

II. L'acquisition des données

IV. La gestion des données

V. Les représentations cartographiques et les requêtes

VI. Initiation au logiciel Qgis 3.10

Introduction

L'objectif de ce cours est de renforcer les connaissances des apprenants en système d'information géographique

A la fin de ce cours, chaque étudiant doit être à mesure de :

- Maîtriser les concepts de base des SIG
- Connaître les applications des SIG dans la recherche en santé
- Collecter, traiter et importer des données GPS dans le SIG sous QGIS
- Manipuler des couches SIG sous QGIS et faire la mise en page cartographique

1. Qu'est-ce qu'un SIG ?

Qu'est-ce qu'un SIG ?

« Système informatique permettant à partir de diverses sources :

- de rassembler et d'organiser,
- de gérer,
- d'analyser et de combiner,
- d'élaborer et de présenter,

des informations localisées géographiquement »
(Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 1989).

« Ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision » *(Michel Didier, 1990).*

Le SIG sert à organiser l'information géographique, à en faire l'analyse et à la communiquer

Qu'est-ce qu'un SIG ?

De la naissance du SIG à la sophistication actuelle, plusieurs étapes ont été franchies :

- **la géomatique** : *ensemble des techniques de traitement informatique des données géographiques.*
- *Le système de gestion de base de données relationnelle*

Dans un SIG, les différentes relations que l'on peut mettre en œuvre concernent:

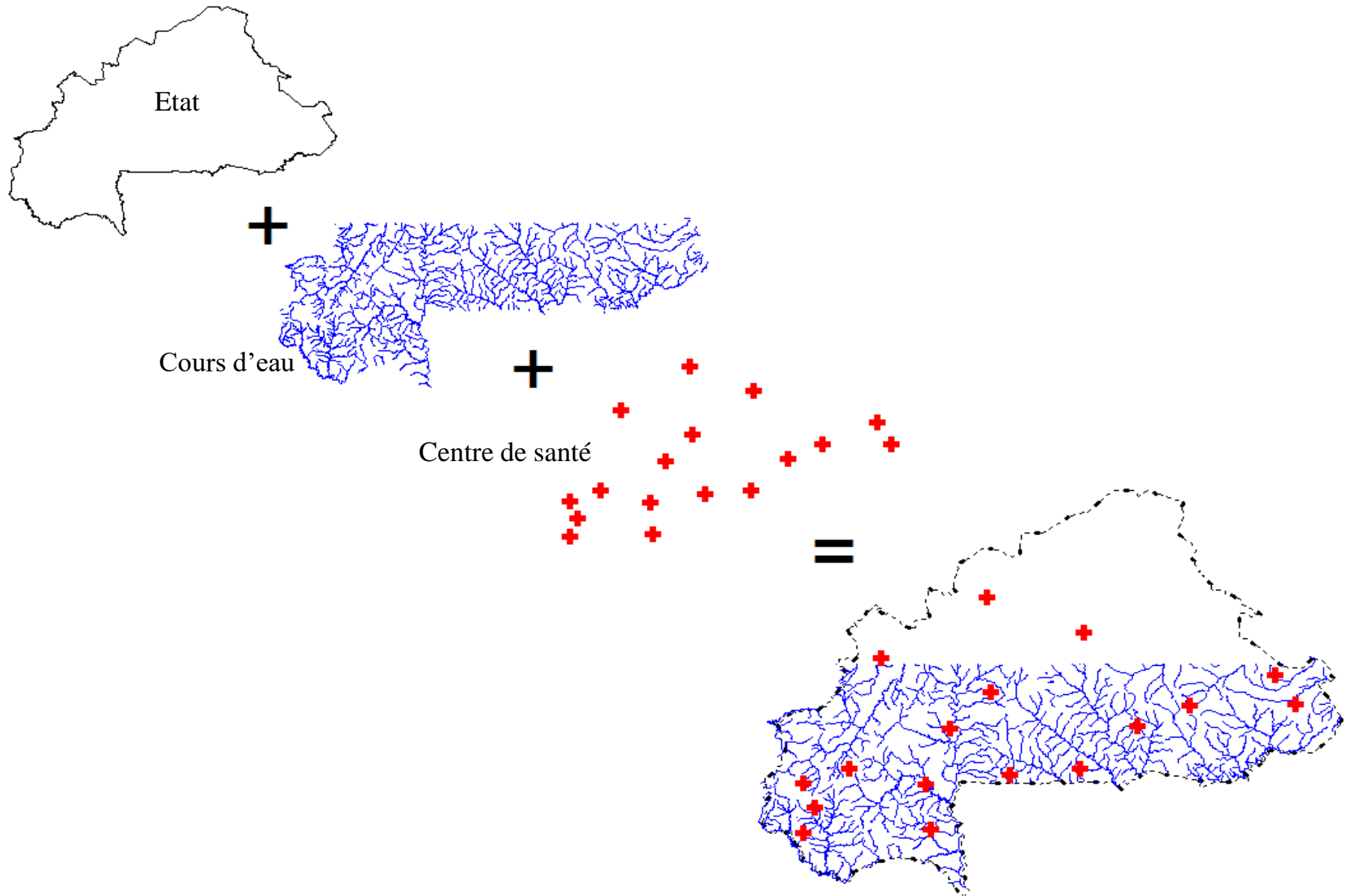
- la proximité (trouver les objets proches d'un autre),
- la topologie (objets jointifs, inclus, partiellement inclus, exclus...)
- la forme (taille, type...).

Apport du SIG

- les informations sont stockées de façon claire et définitive
- organiser des connaissances thématiques
- gérer une multiplicité d'informations attributaires sur des objets
- comprendre les phénomènes, prévoir les risques (simulations)
- établir des cartographies rapides
- localiser dans l'espace et dans le temps
- réagir rapidement après des événements ayant un impact sur le territoire

➤ **décider, prévoir, simuler = décision éclairée**

Particularité du SIG : la superposition des couches



Éléments constitutifs d'un SIG

Le SIG est bâti autour :

- d'un équipement (ordinateur ayant une grande capacité de stockage de données, imprimante, table à numériser, scanner, GPS, etc.);
- de logiciels informatiques spécialisés sous licences (MapInfo, Arcview), libres (QGis, GVSig, etc.);
- d'hommes compétents capables de manipuler les bases de données.

Éléments constitutifs d'un SIG

Données

Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. C'est l'« essence du SIG »

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.

Utilisateurs

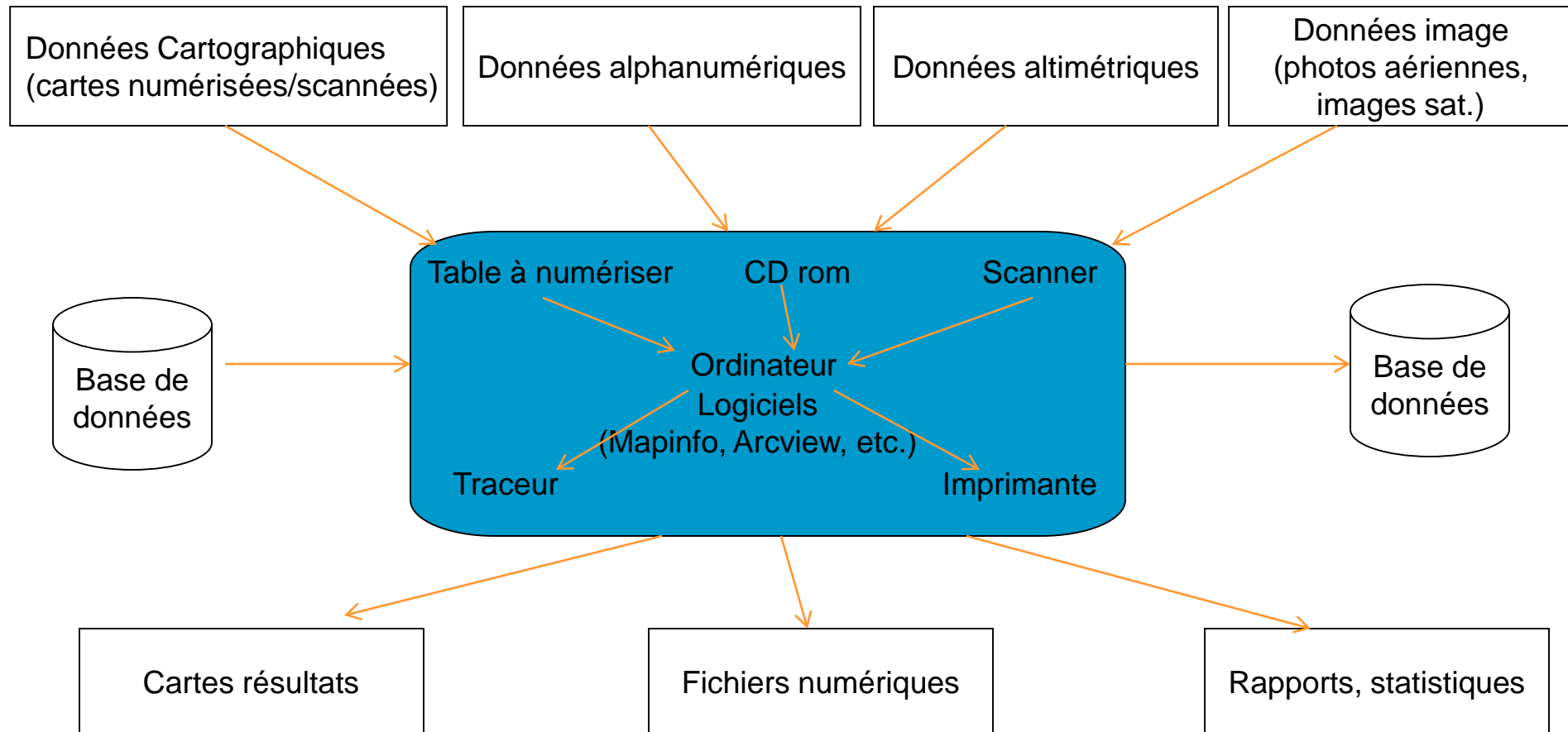
Un SIG étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence.

Une très grande communauté d'utilisateurs :

- ceux qui créent et maintiennent les systèmes,
- Les professionnels qui l'utilisent au quotidien,
- Et le grand public.



Schéma fonctionnel d'un SIG ?



Les fonctions d'un SIG

6 familles sous le terme des « 6A » :

- Abstraction,
- Acquisition,
- Archivage,
- Affichage,
- Analyse
- Anticipation (la prospective)

Les fonctions d'un SIG

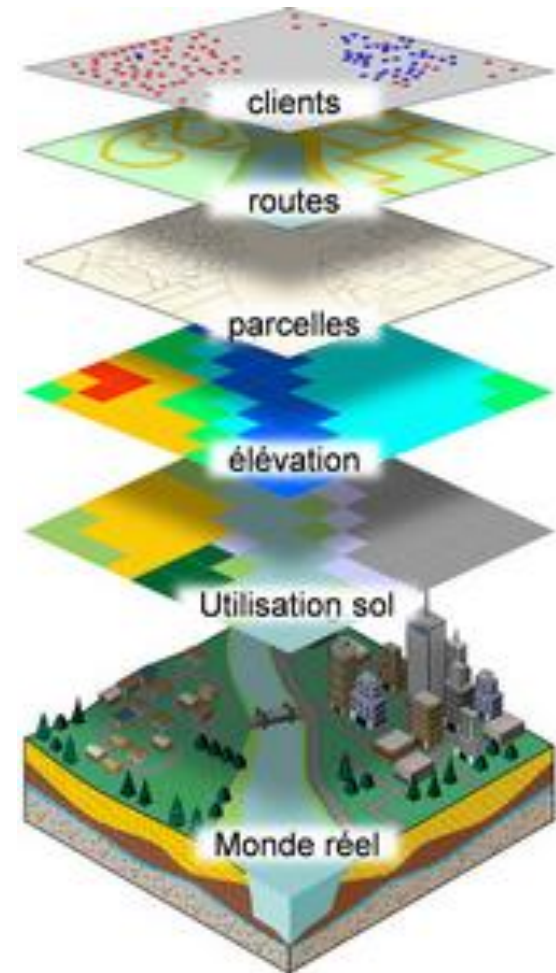
Abstraction (la saisie des données)

Passer du monde réel au monde digital des SIG

D'une manière générale, cette abstraction dépend du but poursuivi.

Ex:

- le relief : courbes de niveau, ou par un modèle numérique de terrain (MNT).
- Ville: point ou surface?

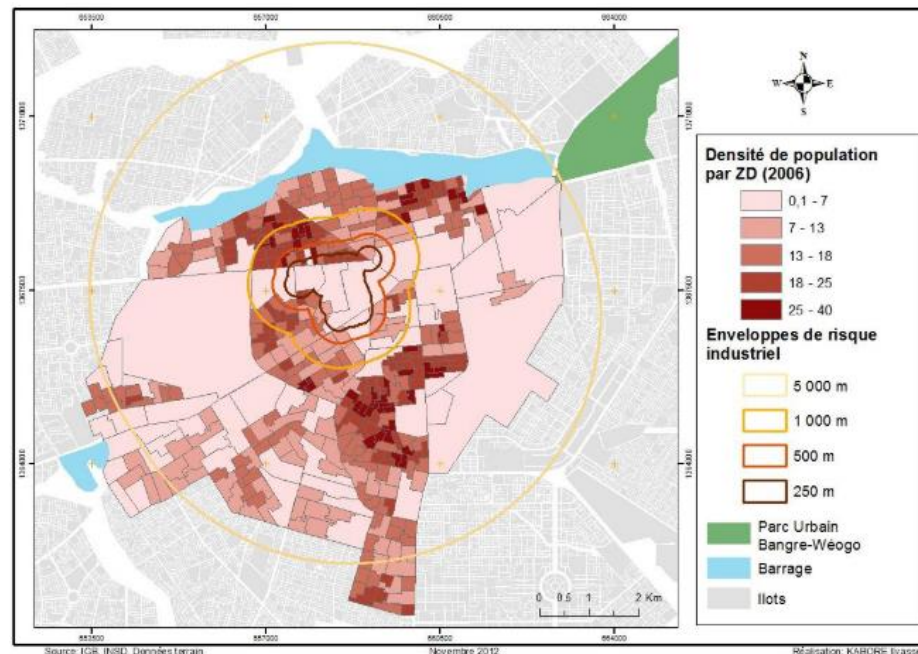


Les fonctions d'un SIG

Anticipation

Un SIG permet également de prospecter et d'anticiper certains événements en analysant et mettant en regard des données telles que la localisation d'habitants, la vitesse de propagation d'un phénomène, etc.

Risque dans la zone industrielle de Kassodo



Enveloppe de risque (en m)	Nombre de personnes exposés
250	10 256
500	26 897
1 000	79 142
5 000	394 318

Le SIG est un outil transversal

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Il s'applique presque à tout. gérer une multiplicité d'informations attributaires sur des objets

- Marketing (localisation des clients, analyse du site)
- Planification urbaine (cadastre, voirie, réseaux assainissement)
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Hydrologie
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- Géologie (cartographie, aléas, amiante environnemental, prospection minière)
- Biologie (études du déplacement des populations animales)
- Santé (distribution de cas de maladies et des facteurs géographiques explicatifs, analyse de la distribution des vecteur d'une maladie, etc.)
- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)
-

Et les utilisateurs des SIG font plutôt : de la gestion, de l'aménagement ou de la recherche

2. Définition des concepts clés en SIG

• **Carte** : « Une carte est une représentation géométrique, plane, simplifiée et conventionnelle de tout ou partie de la surface de la terre et cela dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle l'échelle » *F. JOLY, 1974, La cartographie*

L'intérêt d'une carte réside dans le fait qu'elle est à la fois un outil de communication et un outil de travail, donc une aide à la décision.

Les questions auxquelles le lecteur de la carte doit trouver réponse :

- Quel phénomène est en présence ? **Quoi** ?
- Où se localise le phénomène ? **Où** ?
- Quelle est la répartition d'ensemble du phénomène ? **Comment** ?
- Quels sont les facteurs qui expliquent la répartition du phénomène ? **Pourquoi** ?

Une carte n'est efficace que si elle permet de répondre à ces questions

Définition des concepts clés

- **Géoréférencement des données** : *procédure qui permet de localiser des objets ou des phénomènes de la surface terrestre sur une carte.*
- **Géopositionnement** : il consiste à permettre la localisation rapide d'un élément mobile comme un véhicule. Il utilise pour cela des relevés par GPS qui sont retransmis à un centre de calcul qui gère cette position.
- **Coordonnées géographiques** : *longitude, latitude, altitude*

Définition des concepts clés

- **Latitude** : angle entre la position d'un point et l'Equateur terrestre, sachant que le sommet de l'angle est au centre de la terre. Les valeurs vont de 0° à 90°
 - *Exemple : 11.254879° N et 20.10254° S ou -20.10254°*
- **Longitude** : angle entre la position d'un point et un méridien choisi arbitrairement comme origine (Greenwich). Les valeurs vont de 0° à 180° .
 - *Exemple : $10^\circ 25' 25.5''$ E et 15.255896° W ou -15.255896°*
- **L'altitude** : hauteur d'un point ou d'un objet par rapport au niveau 0 de la mer.
- **Une couche (ou table)** : un fichier composé d'éléments ayant le même type de représentation. Une couche de lignes ne peut pas contenir des points.

Définition des concepts clés

- **Systeme de projection** : *c'est la représentation de la surface terrestre en passant de la troisième dimension à un plan.*

Un système de projection est un modèle mathématique permettant de localiser n'importe quel point de la surface terrestre sur une surface plane

Le système de projection entraîne toujours des déformations.

Plusieurs systèmes de projection :

- *Projection cylindrique de Mercator, de Lambert*
- *Projection azimutale*
- *Projection conique*

Définition des concepts clés

Système de projection

- *Le choix dépend des objectifs du cartographe*
- Un système géodésique très employé est le système WGS 84 associé au GPS.
- Il y a aussi une projection courante : la Transverse universelle de Mercator (UTM).
- *Deux couches qui ne sont pas du même système de projection ne peuvent pas être superposées sur une carte.*

Le GPS: un outil de terrain

- GPS, terme anglais qui signifie : Global Positioning System, système de de positionnement et de navigation par satellite à l'échelle mondiale
- On dénombre 24 satellites qui tournent en permanence autour du globe sur 6 orbites différentes
- En tout lieu, un récepteur GPS peut réceptionner le signal d'au moins 4 satellites afin de déterminer la position d'un objet sur la terre (3D : Longitude, Latitude et Altitude)



Le GPS: un outil de terrain

La précision du positionnement est de l'ordre de 7 à 5 mètre

Utilisation d'un système différentiel en cas de besoin pour améliorer la précision du positionnement (de l'ordre du mètre, voire du millimètre)

Il permet de recueillir sur le terrain les coordonnées géographiques (Longitude, latitude) d'un objet ou d'un lieu quelconque (ex: limite de champ).

Le GPS est utilisé pour localiser les objets dans l'espace

Les logiciels SIG

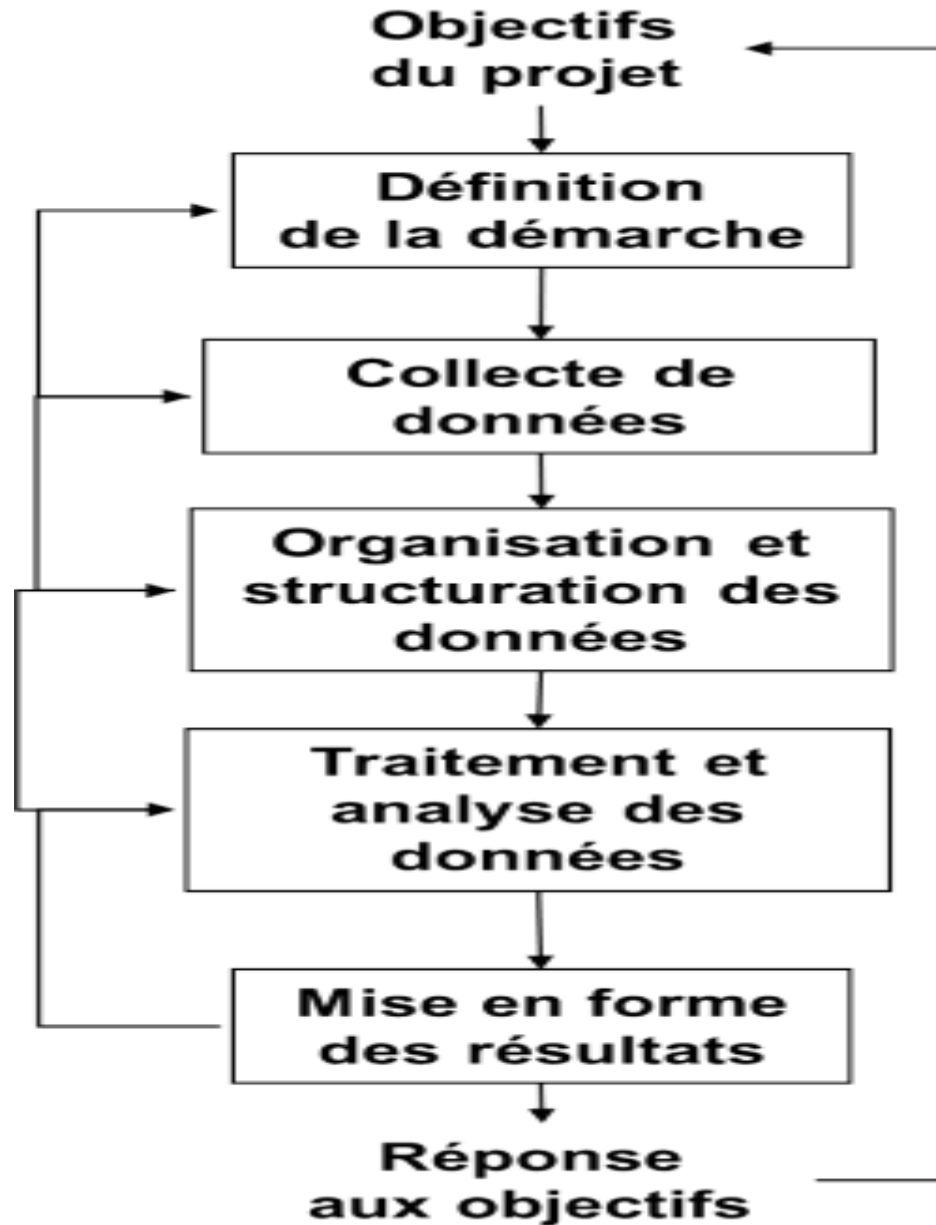
- Les logiciels SIG les plus connus et les plus utilisés sont **Arcgis** et **MapInfo**.
 - Inconvénient : coûts très élevés
- Existence de logiciels libres tels que **Quantum GIS** (Qgis), **GVSig**, etc.
 - Avantage : performants et totalement libre d'accès (téléchargement sur internet).

La démarche pour la création d'un projet SIG

Les questions de base

- Qu'est-ce qu'on souhaite cartographier?
- Quelles sont les données à rechercher?
- Quelle échelle d'étude ?
 - Régionale
 - Nationale
 - Locale
- Où et comment avoir les données?
- Quels outils utiliser pour la cartographie?

Le projet SIG

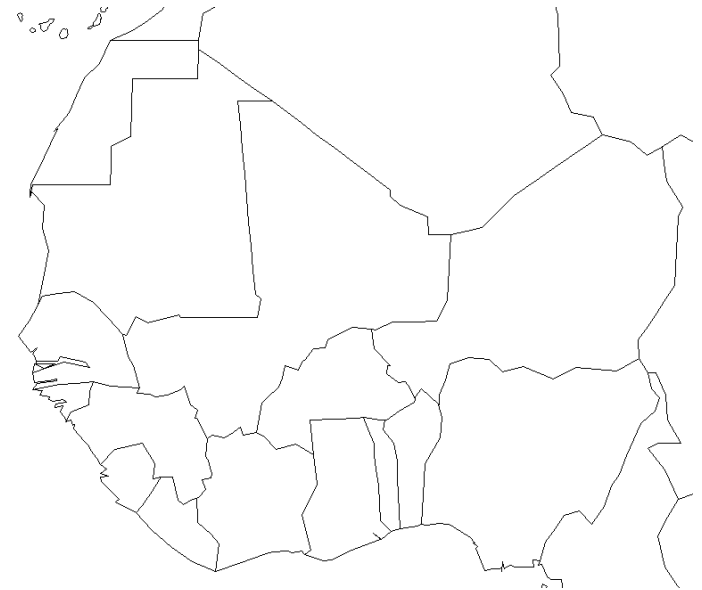
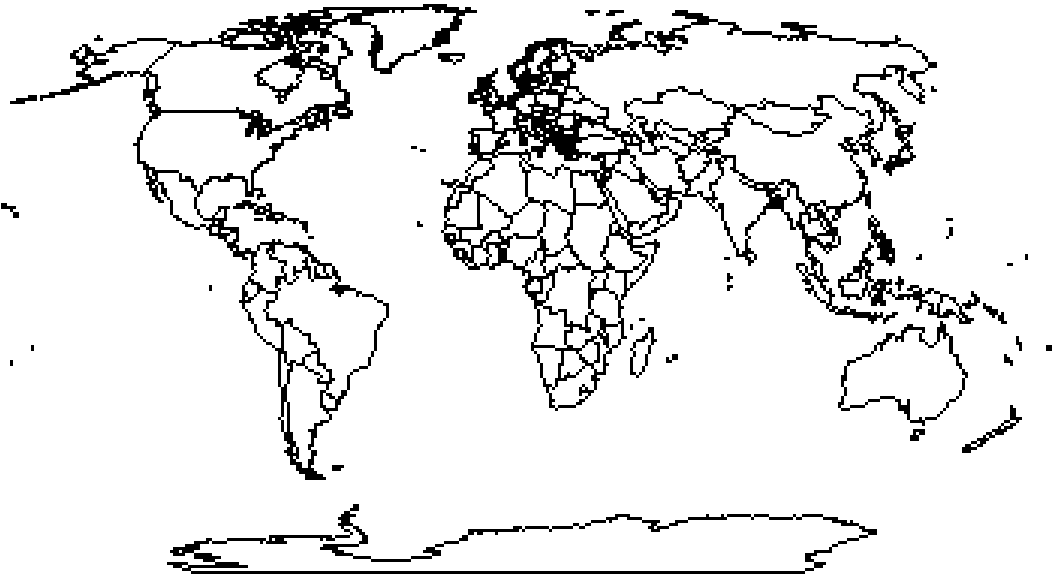


3. L'acquisition des données

b. Les types de données

- Les fonds de cartes

1.1 Couches de données cartographique



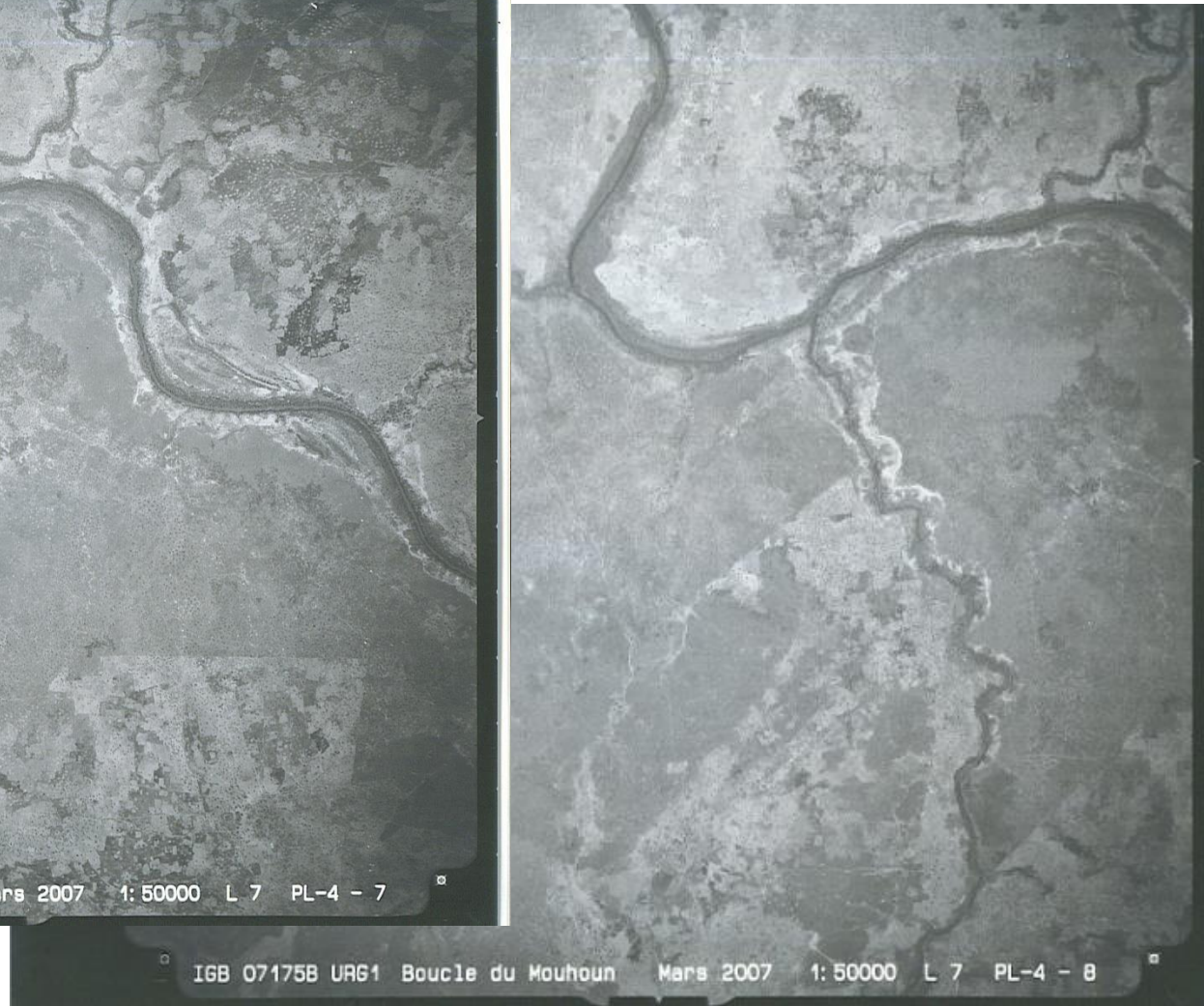
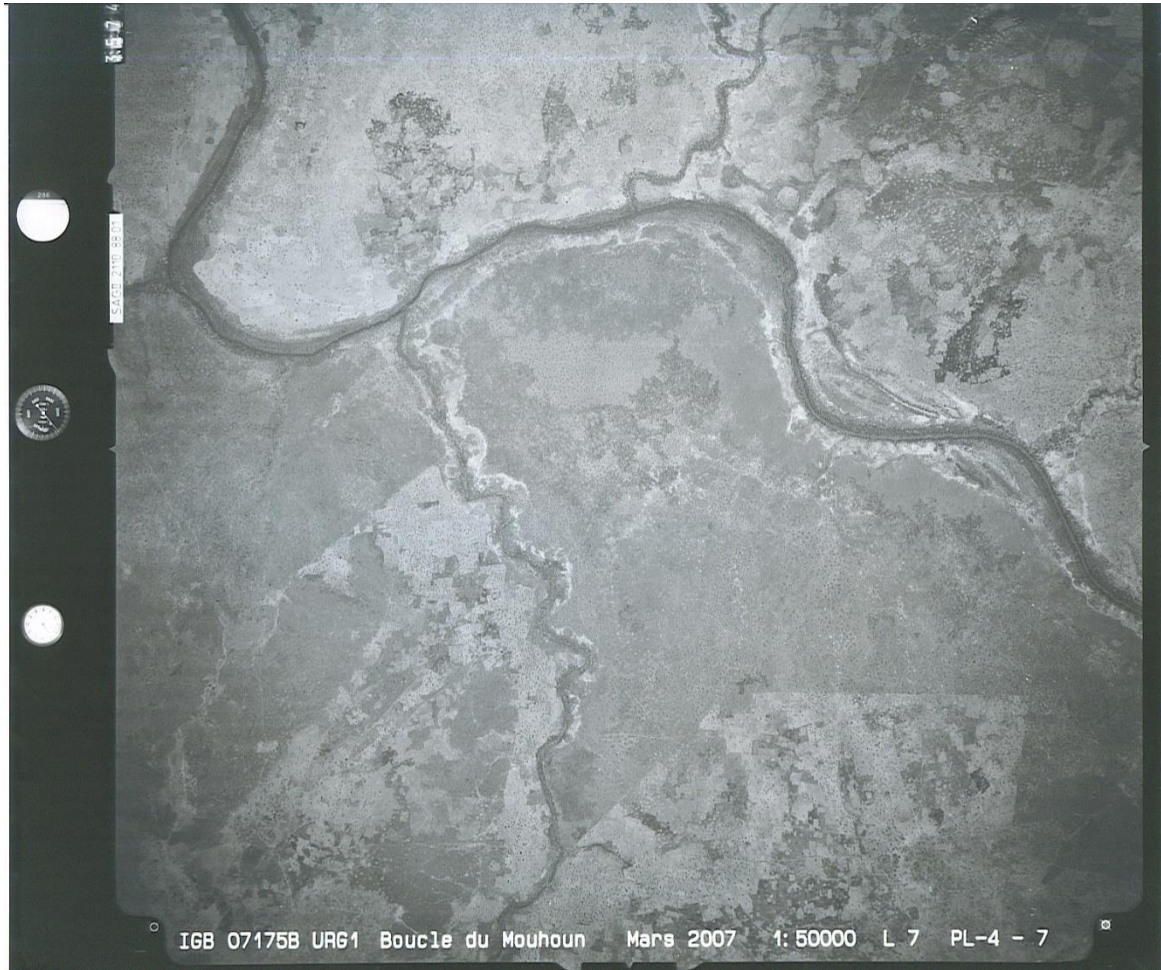
- **Les fonds de cartes**

Images satellites



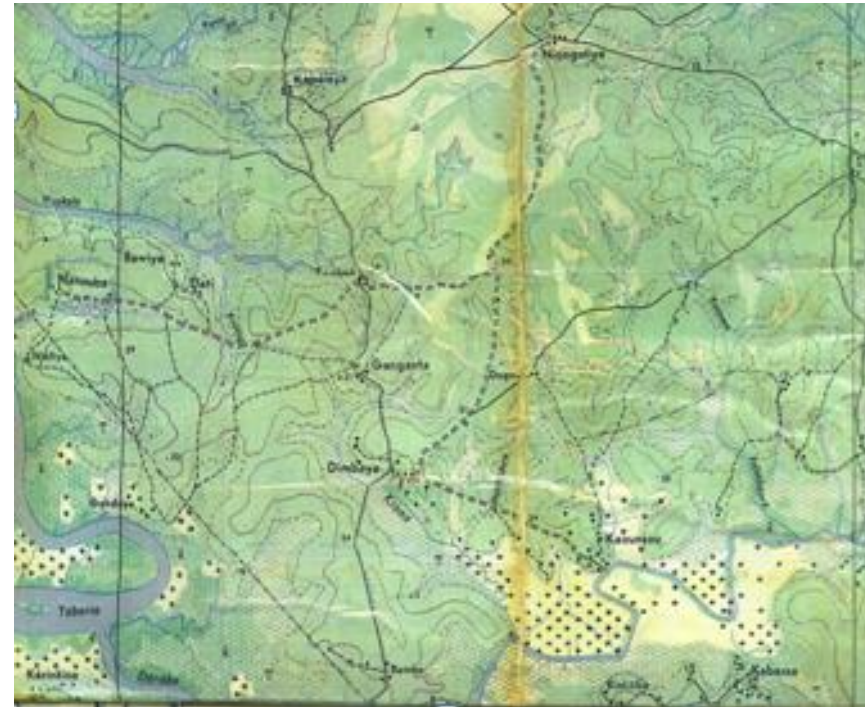
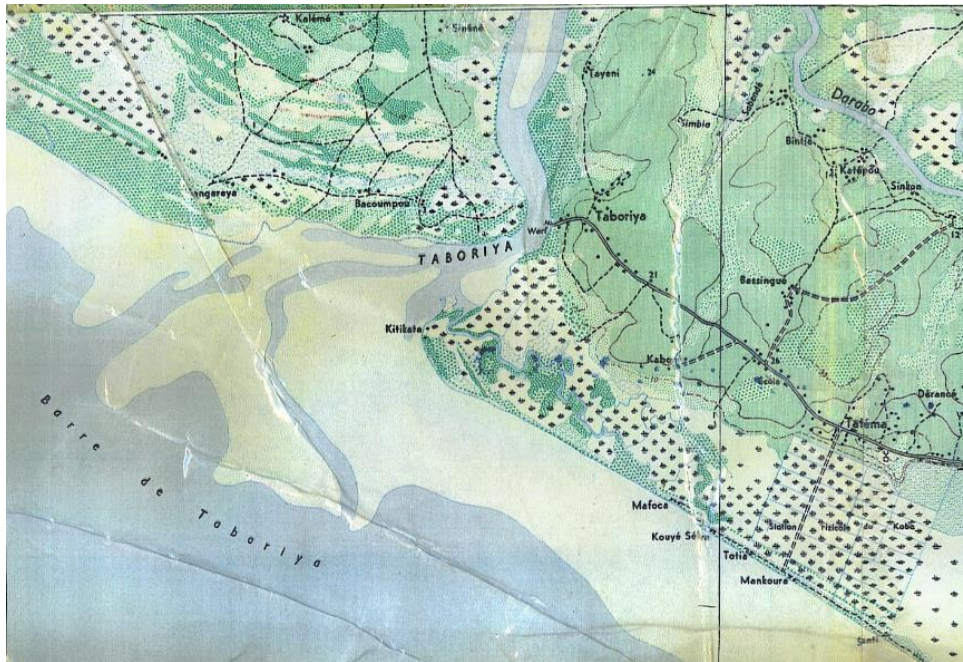
- **Les fonds de cartes**

Photographies aériennes



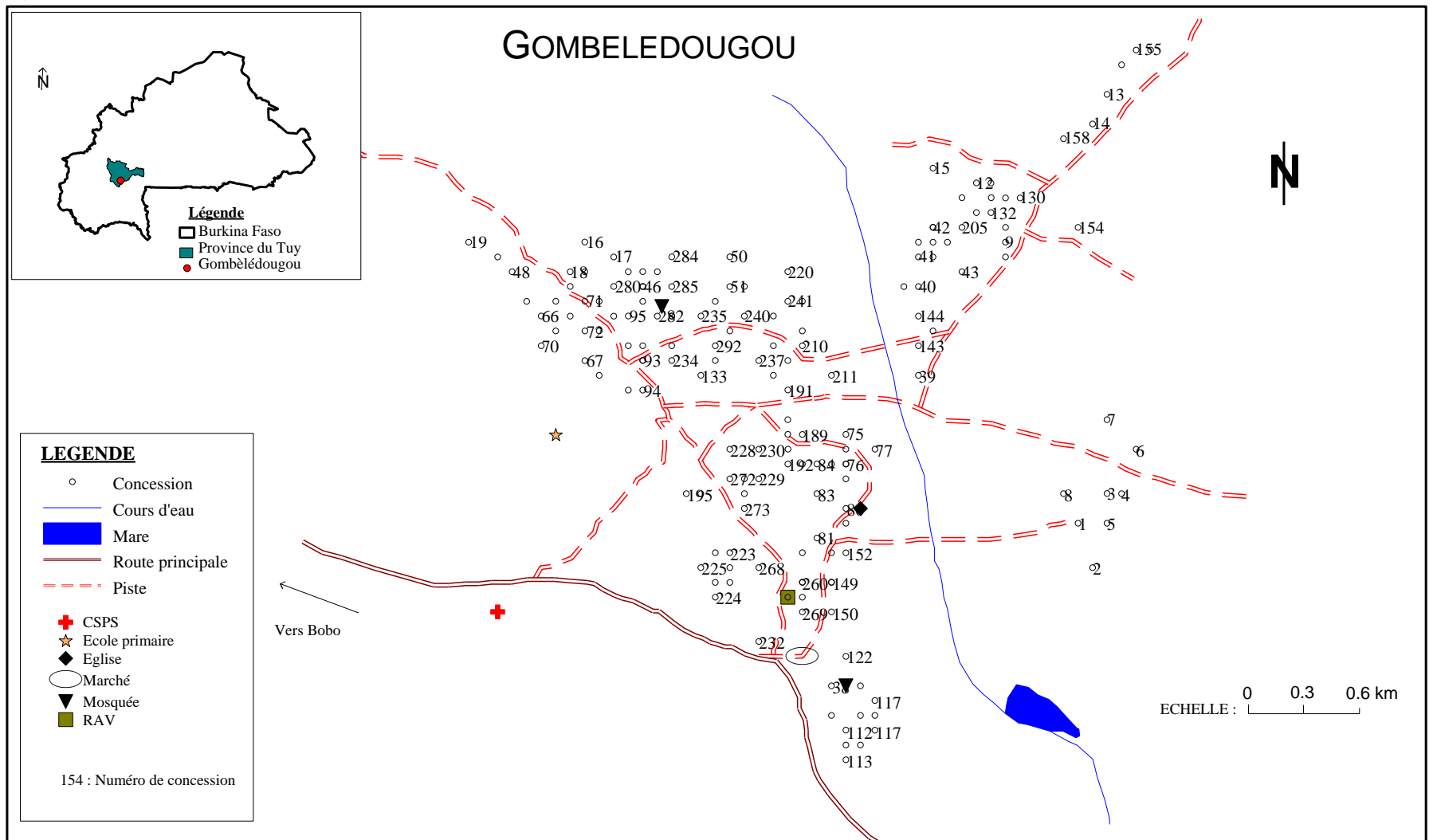
- **Les fonds de cartes**

- **Cartes topographiques**



• Les données du terrain

Géoréférencement à l'aide du GPS



- **Les données**

- Les enquêtes de terrain**

- géographiques,
 - démographiques,
 - socio-économiques,
 - sanitaires,
 - entomologiques,
 - etc.)

- Le terrain : étape indispensable pour une bonne cartographie.
 - Permet de concilier la réalité du terrain à la représentation cartographique

- Les autres sources de données**

- Les statistiques

- Les ressources en lignes



4. La gestion des données

Saisie des données

- Logiciels de traitement (Excel, STATA, Epi data, Access, etc)
- Création de masque de saisie
- Organisation des données
- Synthèse des données

Les types de représentation

3 types de représentation d'un objet ou d'un phénomène terrestre sur la carte :

- L'implantation linéaire : (une route, un cours d'eau, un chemin de fer, un flux migratoire, ...)
- L'implantation zonale ou surfacique : (un continent, une commune, un Etat, ...)
- L'implantation ponctuelle: (un arbre, un village, un puits, ...)

La gestion des données

Des données à l'information géographique

- La sélection, la combinaison ou la transformation des données en fonction d'objectifs précis les transforment en information géographique grâce aux SIG.
- Avant d'être utilisées, les données brutes doivent être conceptualisées dans des modèles de données afin de les structurer, les organiser, les classer et de les définir

La gestion des données

—Création de bases de données

- Une base de données est un ensemble structuré d'informations, stocké sur un support informatique

—Systèmes de Gestion de Base de Données (SGBD)

- Les logiciels SIG proposent tous un module de SGBD en charge de la gestion des données attributaires

L'organisation d'un SGBD est formalisée par un modèle conceptuel de données (MCD)

La gestion des données

- Une base de données géographiques prend la forme de couches d'informations thématiquement homogènes superposées et calées géographiquement sur le même espace
- Ces couches peuvent être au format
 - raster
 - vecteur

Des données attributaires sont associées à ces couches sous forme de tables

La gestion des données

2. Géotraitement

- Le géotraitement : fonctions d'analyse du SIG
 - les traitements géométriques d'union et d'intersection
 - les mesures et calculs de distance euclidienne, de distance coût ou selon un réseau,
 - les analyses de contiguïté et de voisinage,
 - les calculs statistiques,
 - l'algèbre de cartes,
 - l'interpolation spatiale et la géostatistique,
 - les analyses de distribution spatiale, de densité et de potentiel

La gestion des données

L'analyse spatiale

Elle concerne le traitement et la mise en relation des couches d'information géographique

Se base sur une approche dynamique

Tente d'expliquer la disparité des lieux en conjuguant 3 dimensions : spatiale, écologique et historique

L'analyse spatiale

Spatiale

Interactions avec
les autres lieux

Ecologique

caractéristiques humaines
et physiques de ce lieu

Localisation d'un phénomène à un lieu donné

```
graph TD; A[Localisation d'un phénomène à un lieu donné] --> B[Spatiale]; A --> C[Ecologique]; A --> D[Historique];
```

Historique

Héritage, succession
d'événements en ce lieu

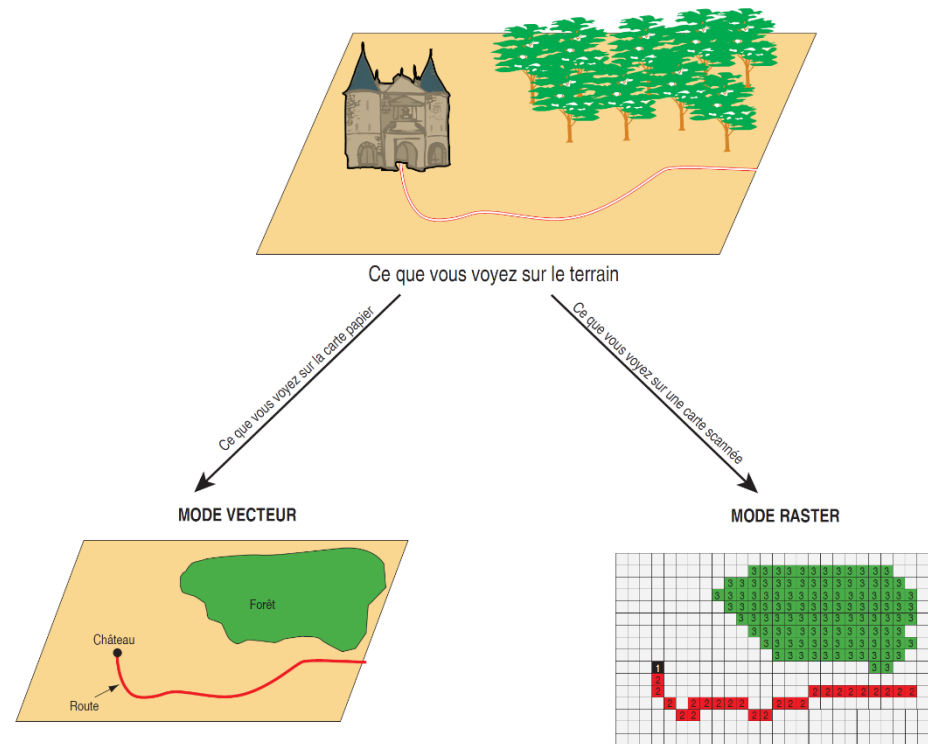
D'après Durand- Dastès (Géopoint 1990)

5. Les représentations cartographiques et les requêtes

La représentation de l'information géographique dans un SIG

Exemple d'une forêt, d'une route et d'un bâtiment représentés :

- en mode raster
- en mode vecteur



La sémiologie graphique

On appelle sémiologie graphique l'ensemble des règles permettant l'utilisation d'un système graphique de signes pour la transmission d'une information,

Il existe 6 "variables visuelles :

- **la variation de forme** :
 - est uniquement différenciatrice
 - permet de transcrire qu'une information qualitative
 - ne peut pas être utilisée pour traduire un ordre (hiérarchie) ou des quantités
- **La variation d'orientation** :
 - est uniquement différenciatrice
 - est limitée à 4 directions sans quoi l'on perd en efficacité

La sémiologie graphique

- **La variation de couleur :**
 - uniquement différenciatrice,
 - utilisée pour représenter des caractères qualitatifs, c'est-à-dire des objets de nature différente.
- **La variation de valeur :**
 - rapport entre la quantité d'une teinte et la quantité de blanc dans
 - une surface donnée,
 - variable permettant de traduire un ordre

La sémiologie graphique

La variation de grain :

- correspond à une variation de taille de l'élément constitutif de la trame.
- Le rapport noir / blanc reste inchangé,
- permet d'exprimer un ordre

• La variation de taille :

- permet de traduire des quantités.
- différentielle

Les sélections et les requêtes

Les sélections

Il y a plusieurs manières de sélectionner un objet :

- Sélection graphique d'un ou plusieurs objets
- *Sélection dans la table attributaire*
- *Sélection attributaire avec une expression*

Une expression est une petite ligne de commande permettant d'automatiser une tâche

Les sélections

Table attributaire - sites_cen_2014_diffusable :: Total des entités : 272, filtrées : 272, sélectionnées : 1

	ogc_fid /	objectid	id_mnhn	idfcen	codesitep	code_reg	code_dept	code_site	nom_site	commune_site	ype_milieux_csn	ype_milieux_fcei	type
34	1	1	FR1501712	CENPIC169	S02021	22	02	MARM	La Grande Pât...	Marest-Damp...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
32	2	2	FR1501713	CENPIC011	S02023	22	02	CONC	Les Prairies d...	Condren _ A...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
33	3	3		CENPIC116	S02024	22	02	CHEM	Le Mont de Bo...	Chevregny	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
143	4	4	FR1501715	CENPIC080	S02025	22	02	LIEG	Le Grand Marais	Liesse-Notre-...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
35	5	5		CENPIC143	S80052	22	80	GROL	Les Larris de ...	Grouches-Luc...	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
36	6	6	FR1501864	CENPIC095	S80028	22	80	HAIM	Le Marais de ...	Hailles	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
37	7	7		CENPIC094	S80021	22	80	BELM	Le Marais de ...	Belloy-sur-So...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
39	8	8	FR1501769	CENPIC118	S60009	22	60	BERM	Le Mont Flore...	Berneuil-en-B...	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
38	9	9	FR1501732	CENPIC053	S02017	22	02	VIRP	La Pierre Aigu...	Viry-Noueuil	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
31	10	10	FR1501734	CENPIC032	S02027	22	02	TUPF	La Falaise de ...	Tupigny	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
41	11	11		CENPIC149	S02028	22	02	CHIM	Les Marais co...	Chivres-en-La...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
42	12	12	FR1501730	CENPIC168	S02015	22	02	MANM	Les prairies d...	Manicamp _ B...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
45	13	13		CENPIC026	S02046	22	02	HIRE	La cascade de...	Hirson	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
47	14	14		CENPIC161	S02037	22	02	GRAP	Les Prairies s...	Grandrieux _ ...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
48	15	15		NULL	S60094	22	60	MOHU	Le Marais de ...	Monchy-Humi...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
3	16	16	NULL	NULL	S80090	22	80	FOBO	Fortmanoir	Boves	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
50	17	17	NULL	NULL	S80096	22	80	POBO	Le bois des Ar...	Poix-de-Picardie	Cavité souterr...	gîtes à chiropt...	Cavité
51	18	18		CENPIC058	S80004	22	80	LANV	La Vallée du C...	Lanches-Saint...	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou

Montrer toutes les entités

Sélection dans la table attributaire

Table attributaire - sites_cen_2014_diffusable :: Total des entités : 272, filtrées : 272, sélectionnées : 10

	ogc_fid /	objectid	id_mnhn	idfcen	codesitep	code_reg	code_dept	code_site	nom_site	commune_site	ype_milieux_csn	ype_milieux_fcei	type
34	1	1	FR1501712	CENPIC169	S02021	22	02	MARM	La Grande Pât...	Marest-Damp...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
32	2	2	FR1501713	CENPIC011	S02023	22	02	CONC	Les Prairies d...	Condren _ A...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
33	3	3		CENPIC116	S02024	22	02	CHEM	Le Mont de Bo...	Chevregny	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
143	4	4	FR1501715	CENPIC080	S02025	22	02	LIEG	Le Grand Marais	Liesse-Notre-...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
35	5	5		CENPIC143	S80052	22	80	GROL	Les Larris de ...	Grouches-Luc...	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
36	6	6	FR1501864	CENPIC095	S80028	22	80	HAIM	Le Marais de ...	Hailles	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
37	7	7		CENPIC094	S80021	22	80	BELM	Le Marais de ...	Belloy-sur-So...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
39	8	8	FR1501769	CENPIC118	S60009	22	60	BERM	Le Mont Flore...	Berneuil-en-B...	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
38	9	9	FR1501732	CENPIC053	S02017	22	02	VIRP	La Pierre Aigu...	Viry-Noueuil	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
31	10	10	FR1501734	CENPIC032	S02027	22	02	TUPF	La Falaise de ...	Tupigny	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou
41	11	11		CENPIC149	S02028	22	02	CHIM	Les Marais co...	Chivres-en-La...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
42	12	12	FR1501730	CENPIC168	S02015	22	02	MANM	Les prairies d...	Manicamp _ B...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
45	13	13		CENPIC026	S02046	22	02	HIRE	La cascade de...	Hirson	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
47	14	14		CENPIC161	S02037	22	02	GRAP	Les Prairies s...	Grandrieux _ ...	Prairies alluvi...	écosystèmes ...	Prairi
48	15	15		NULL	S60094	22	60	MOHU	Le Marais de ...	Monchy-Humi...	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
3	16	16	NULL	NULL	S80090	22	80	FOBO	Fortmanoir	Boves	Marais tourbe...	tourbières et ...	Mara
50	17	17	NULL	NULL	S80096	22	80	POBO	Le bois des Ar...	Poix-de-Picardie	Cavité souterr...	gîtes à chiropt...	Cavité
51	18	18		CENPIC058	S80004	22	80	LANV	La Vallée du C...	Lanches-Saint...	Pelouses calci...	pelouses sèches	Pelou

Montrer toutes les entités

Les requêtes spatiales

Une requête spatiale est une interrogation portant sur la géométrie et la position des entités d'une ou plusieurs couches et permettant de sélectionner des entités en fonction des entités d'une autre couche.

Une telle requête nécessite l'utilisation d'opérateurs de sélection géographique (intersection, inclusion, contiguïté, proximité...)

Glossaire des SIG

Les requêtes spatiales

Les requêtes spatiales font intervenir plusieurs opérateurs :

Intersecte

(les objets sélectionnés ont au moins un point commun avec le polygone de la commune)

Est Disjoint

(Les objets sélectionnés n'ont aucun point commun avec le polygone de la commune)

A l'intérieur de

(les objets sélectionnés sont contenus entièrement dans le polygone de la commune) :

Chevauche

(Les objets sélectionnés sont partiellement contenus dans le polygone de la commune) :

Les requêtes spatiales

Contient

(l'objet contient toute la géométrie de l'objet contenu)

Est égal

les géométries des objets sont topologiquement identiques (on peut superposer les objets même s'ils ne comportent pas le même nombre de sommets)

Touche

Les limites des objets ont au moins un point commun et les intérieurs n'ont pas de point commun

Éléments indispensables à compréhension d'une carte

- **Échelle** : elle peut être sous forme graphique ou numérique. C'est le rapport de réduction entre les distances mesurées sur la carte et les distances mesurées sur le terrain
- **Légende** : elle doit être exhaustive
- **Titre** : il doit être précis
- **Date** : elle est importante afin de situer dans le temps l'information véhiculée par la carte
- **Signature** : le concepteur de la carte doit signer son travail en mentionnant son nom
- **Source** : elle est très importante car elle donne de la valeur à la carte.

6. Le logiciel Quantum Gis (Qgis)

QGis

- Quantum GIS (appelé également QGis) est un logiciel spécialisé dans le traitement de l'information géographique
- Qgis a la particularité d'être open-source
-
- QGis est l'un des projets officiels de l'OSGeo (*Fondation Open Source Geospatial*)
- QGis permet une utilisation des principaux formats de données du marché (ESRI shapefiles , MapInfo Tables etc.) .

QGis

- QGis est multiplateforme (Windows, Mac, Linux)
- disponible en plusieurs langues (Anglais, Espagnol, Français etc.)
-
- Offrant une interface de travail très conviviale
-
- QGis offre l'avantage de pouvoir tirer parti des fonctionnalités du logiciel Grass

Les ressources en lignes

- Couches administratives des Etats (en shape): Global Administrative Areas : www.gadm.org
- The Humanitarian Data Exchange : <https://data.humdata.org/>
- Google earth : <http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html>
- Circé : logiciel développé par l'IGN permet de calculer les coordonnées d'un point dans un autre système de projection
- DNR Garmin : permet de transférer les données (waypoints et traces) vers ou depuis les GPS de marque GARMIN
- Quantum GIS : <http://www.qgis.org/>

Plan de travail

1. Séance 1 :

1. Préparation de l'espace de travail
2. Présentation de l'interface du logiciel
3. Ouverture et importation des données (couches vecteurs)
4. Changement de projection d'une couche
5. Représentation et visualisation des données
6. Sauvegarde du projet

2. Séance 2 :

1. Sélections
2. Création d'un fichier CSV
3. Importation de données GPS (Fichier GPX)
4. Jointure de table attributaire

3. Séance 3 :

1. ouverture d'une couche raster (calage d'un raster)
2. Numérisation à partir d'un raster
3. Techniques de numérisation

4. Séance 4 :

1. Requêtes sql
2. Analyse spatiale
3. Carte thématique

5. Séance 5 :

1. Mise en page
2. Exportation de la carte en image et en PDF
3. intégration d'une carte dans un document de présentation