

UNIVERSITÉ MUSTAPHA BENBOULAIID BATNA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département D'hydraulique



Matière : SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

Filières : Master1 HU / RH /OH

Mr Ameziane Abdelaziz

Année 2020/2021

1.1 Introduction

Dans cette partie, il nous est apparu utile d'introduire quelques notions essentielles sur les systèmes d'information géographique. Le concept de système d'information géographique (SIG) est apparu dans les années 1960-1970.

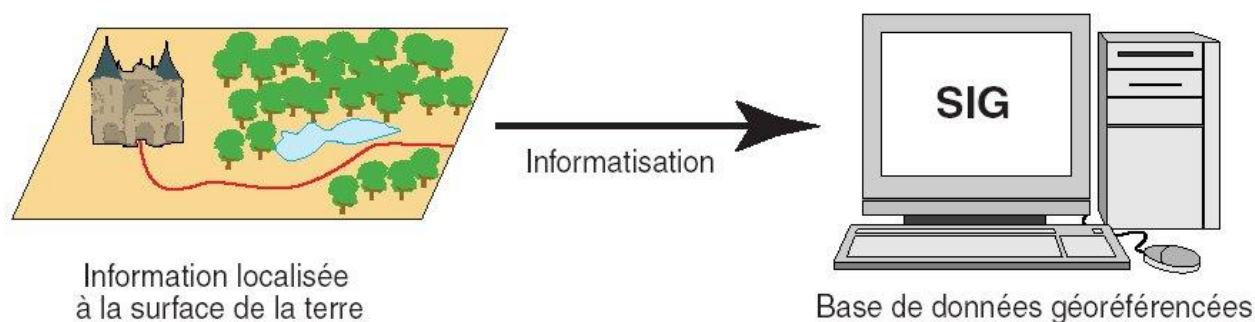
Depuis ce temps, des définitions plus ou moins similaires et cohérentes ont fait leur apparition. Afin de bien situer le rôle et l'usage d'un SIG, nous allons également en préciser sa définition.

Signalons qu'il n'existe pas encore une définition claire et communément admise par l'ensemble de la communauté scientifique. La plupart des définitions citées sont plutôt d'ordre général et couvrent un large spectre de sujets et d'activités.

1.2 Concepts Fondamentaux Des Systèmes D'informations Géographiques

1.2.1 Qu'est ce qu'un Système d'Information Géographique ?

Un Système d'Information Géographique est un outil informatique permettant de représenter et d'analyser toutes les choses qui existent sur terre ainsi que les événements qui s'y produisent.



Cet ensemble de structures, de méthodes, d'outils et de données est constitué pour rendre compte de phénomènes localisés dans un espace spécifique et pour faciliter les décisions à prendre dans cet espace.

Des acronymes

Système d'Information Géographique : **SIG (GIS pour les Anglo-Saxons)** ;

Système d'Information à Référence Spatiale : **SIRS** ;

Système d'Information Localisée : **SIL** ;

Système d'Information ... : **SI...**

1.2.2 DEFINITIONS

- Le concept de "Systeme d'Information" décrit la gestion de l'information au sein d'une organisation.
- Un système d'information géographique (SIG) est un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace.
- Un système d'information géographique est aussi un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées.
- C'est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.
- Un système d'information géographique, comme le monte la figure 1, est un ensemble d'équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies pour la saisie, la validation, le stockage et l'exploitation de données, dont la majorité est spatialement référencée, destinée à la simulation de comportement d'un phénomène naturel, à la gestion et l'aide à la décision.

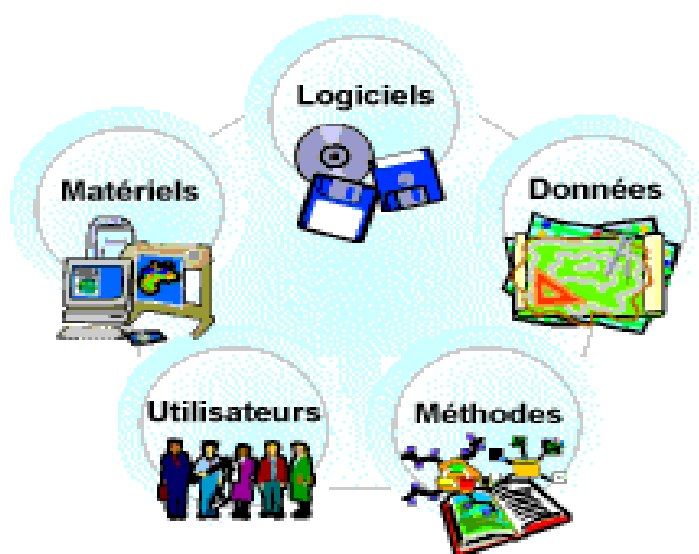


Figure1 .Les composants d'un SIG

1.2.3 STRUCTURE D'UN SIG

La figure 2 met en évidence quatre groupes de fonctionnalités au-dessous d'une couche d'applications:

- l'acquisition des données géographiques d'origines diverses,
- la gestion pour le stockage et la recherche des données,
- l'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation
- et enfin la présentation des résultats sous forme cartographique.

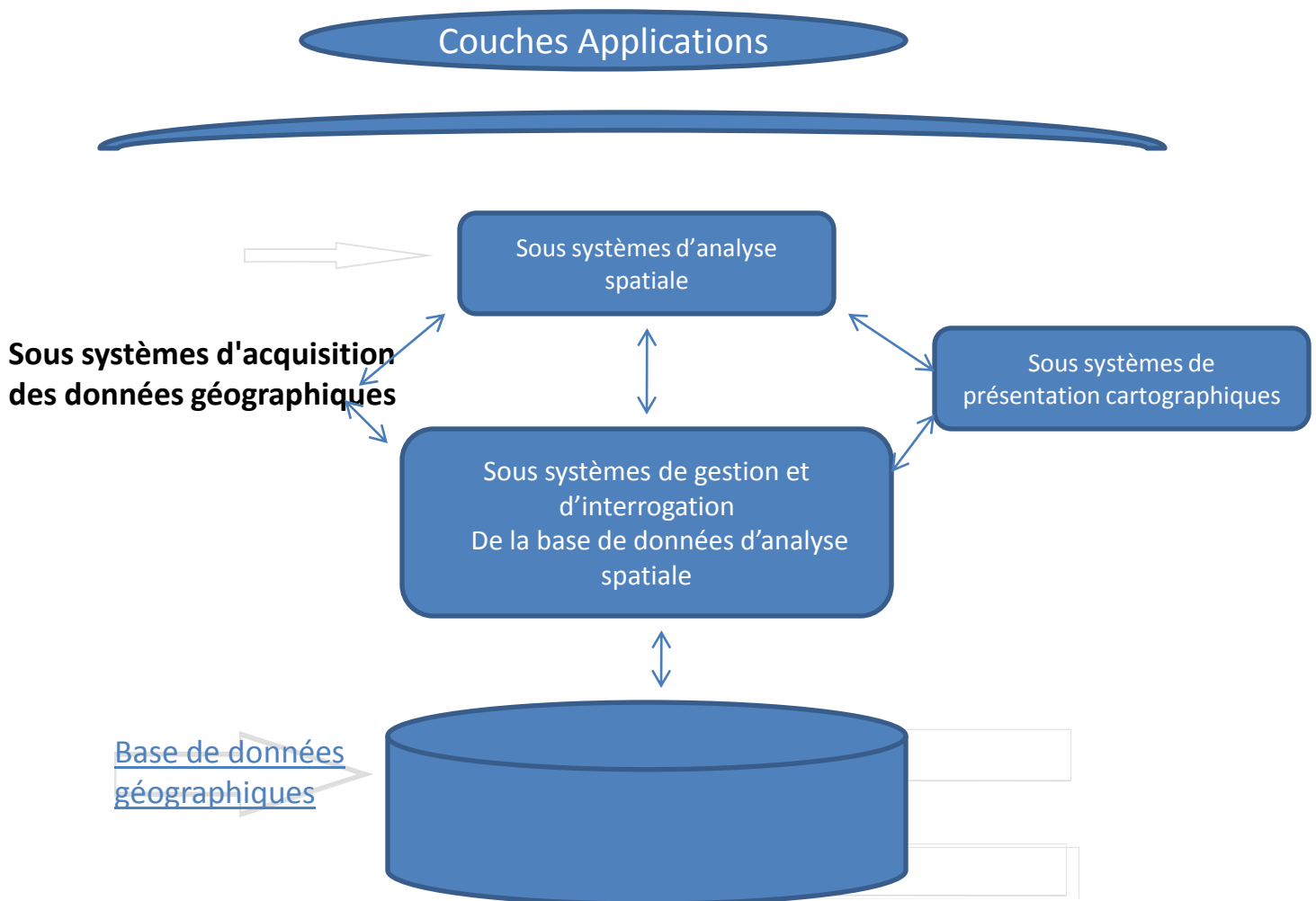


Figure 2: Structure D'un SIG

La figure 3 ci-dessous montre plus clairement la structure d'un SIG

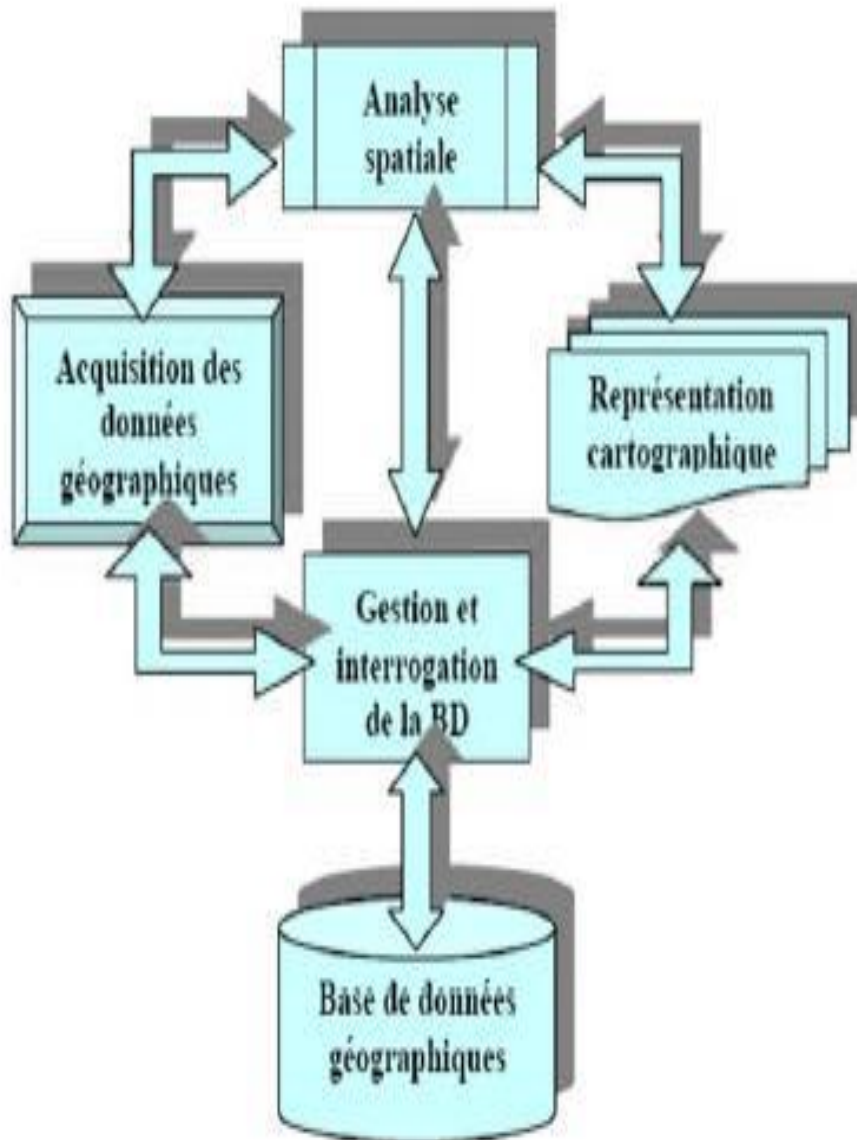


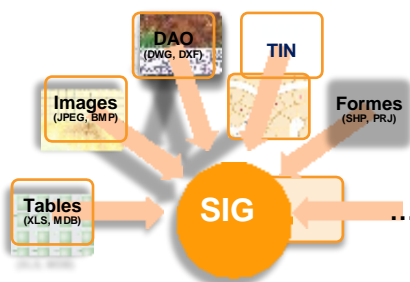
Figure 3: Structure D'un SIG

1.2.4 Les Fonctionnalités D'un SIG

Un Système d'informations géographique comporte les cinq groupes de fonctionnalités suivantes dénommées « **les cinq A** » :

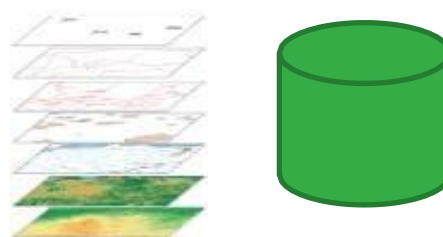
1. **Acquisition** : intégration et échange de données. (Import-export)
2. **Archivage** : structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique.
3. **Abstraction** : modélisation du réel selon une certaine vision du monde.
4. **Analyse** : analyse spatiale (calculs liés à la géométrie des objets, croisement de données thématiques)
5. **Affichage** : représentation et mise en forme, notamment sous forme cartographique avec la notion d'ergonomie et de convivialité.

COLLECTER (1)



Acquérir et construire un référentiel

STRUCTURER, STOCKER, ARCHIVER (2)



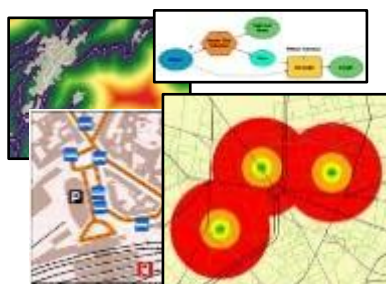
Organiser ses bases de données

GERER(3)



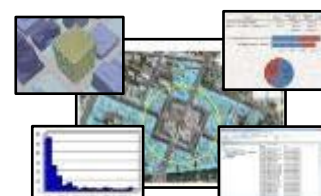
Consulter l'information et la mettre à jour

ANALYSER (4)



Interroger, combiner, quantifie et simuler pour mieux comprendre

DIFFUSER, DECIDER (5)



Restituer et communiquer pour porter à connaissance

Figure 4 les fonctionnalités d'un SIG

1.2.5 La Source de Données Pour saisir l'information géographique

il y a énormément de sources d'informations qu'il faut intégrer, organiser et utiliser le mieux possible On peut citer :

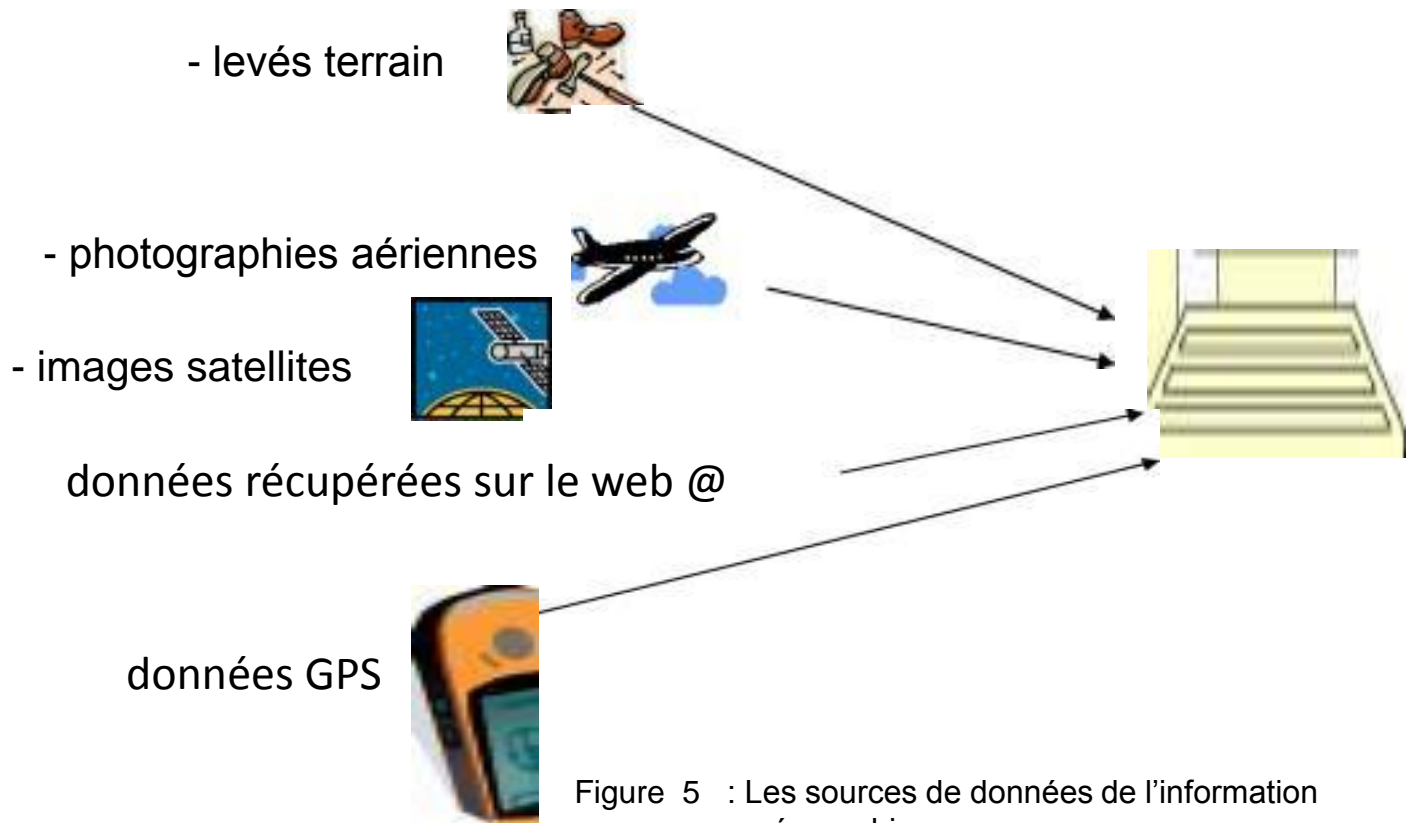


Figure 5 : Les sources de données de l'information géographique

1 . 2 . 6 Modélisation du Monde Réel par les SIG en Couches Thématiques

La structure la plus ancienne et la plus courante d'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** ou au format **vecteur** avec des données **attributaires** associées sous forme de **tables**. Il existe plusieurs implémentations.

La plus ancienne et la plus courante se fait sous la forme de fichiers distincts organisés dans des répertoires.

De plus en plus souvent les données géographiques, spatiales comme attributaires, sont stockées dans des Systèmes de Gestion de Base de Données Spatiales (SGBD-S)

- Le SIG permet de combiner et de croiser ces couches (superposées voir Figure 6,7)

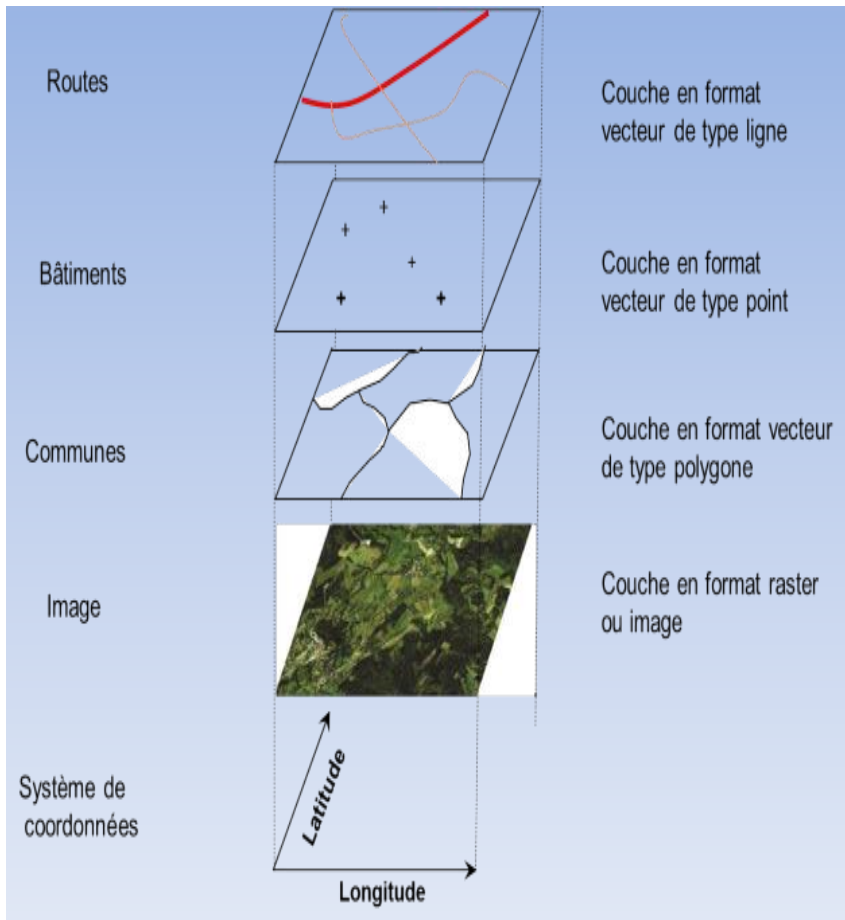


Figure 6 : la structure de superposition des couches

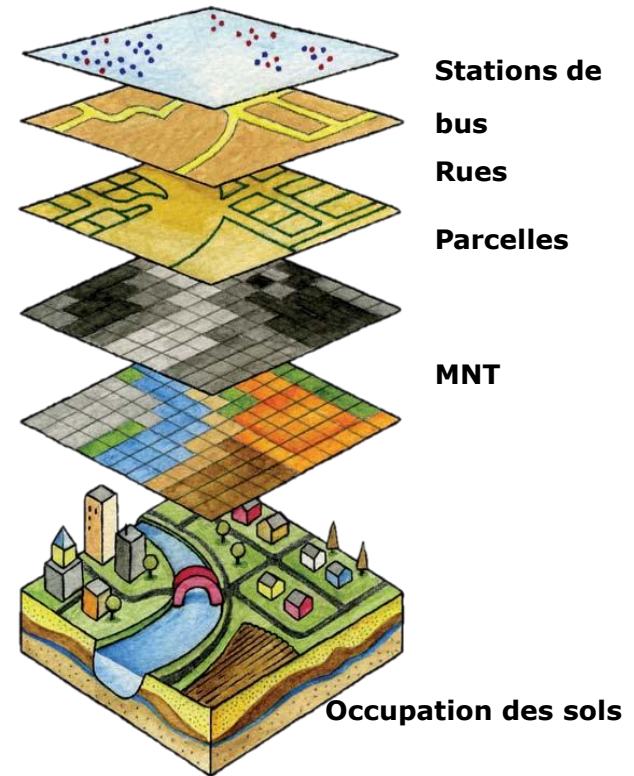


Figure 7 : la structure de superposition des couches

1.2.7 Les Modes de représentation de l'information géographique dans un SIG

L'information géographique est représentée en deux modes :

- Le mode Vecteur
- Le Mode Raster

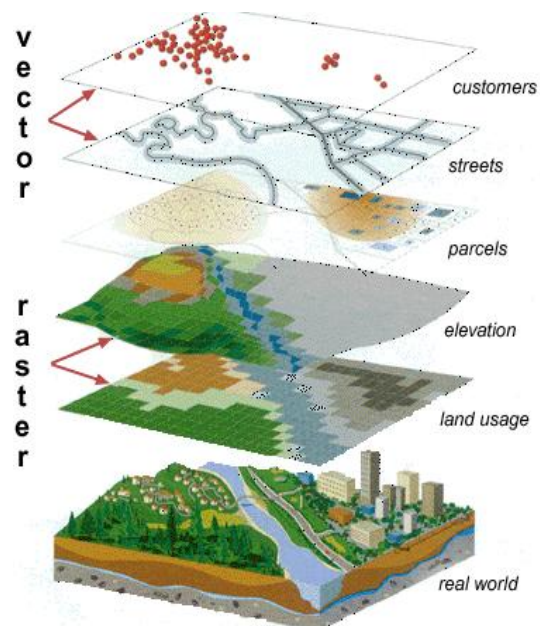


Figure 7 Le Mode vecteur et le Mode Raster de l'information géographique

1.2.7.1 Le mode vectoriel

Le mode vectoriel correspond à une vue discrète du monde, constitué d'entités distinctes, contrairement au mode **raster** qui correspond à un modèle continu.

Dans le mode vecteur les **entités** du monde réel sont traduites au moyen de formes géométriques exprimant leur contour. Il existe trois grandes formes de base Figure 8 :

- les points,
- les lignes et
- les polygones

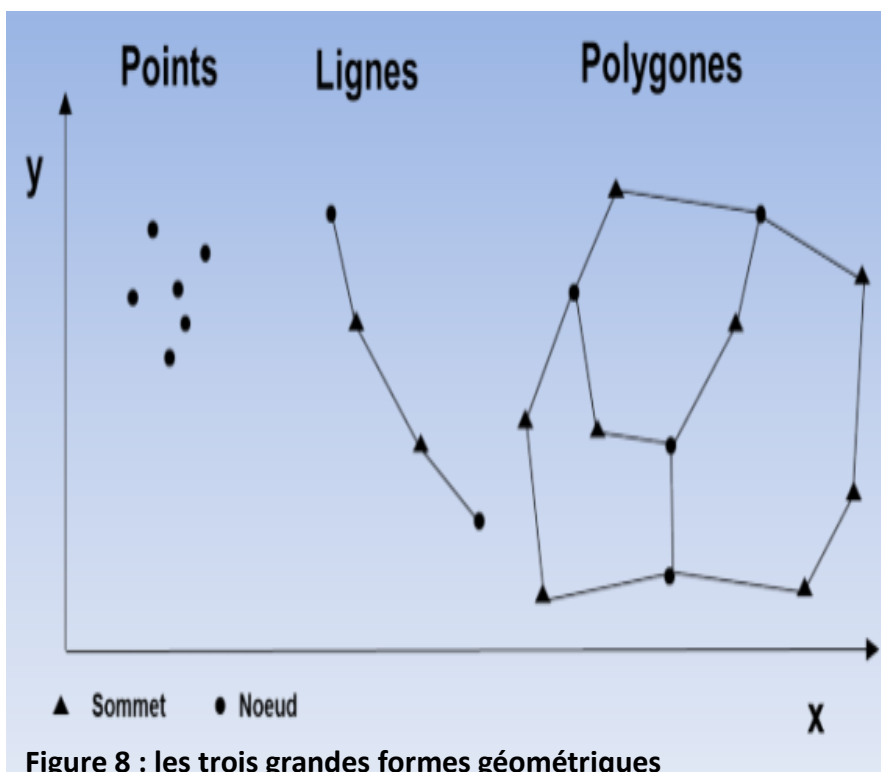


Figure 8 : les trois grandes formes géométriques

Ces formes se traduisent numériquement par des paires de **coordonnées** (x,y) ou des triplets (x,y,z) dans les SIG 3D.

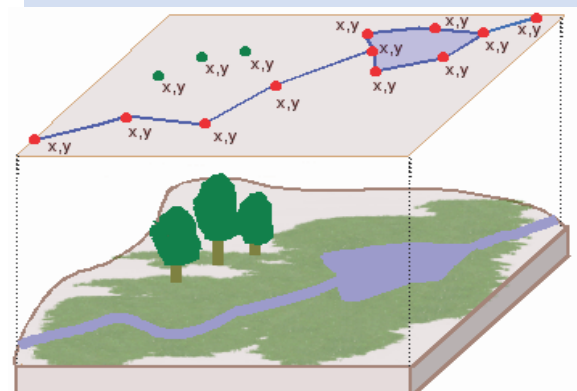
Sens général

Le terme **entité** désigne les objets du **système d'information** qui correspondent aux objets du monde réel qu'une organisation doit prendre en compte : parcelles, communes, tronçons de route....

Le passage du monde des objets à celui des entités de la **base de données géographique** ; à besoin du système d'information. Cela passe par la conception de différents **modèles de données**.

Dans les SIG

La notion d'entité spatiale renvoie au mode **vecteur**. Ces entités peuvent être ponctuelles, linéaires ou surfaciques et sont déterminés par leurs



Les structures vectorielles peuvent être plus ou moins complexes. Si les relations géométriques de contiguïté et de connexion ne sont pas prises en compte, on parle d'un modèle spaghetti.

La structure de Stockage des Objets Géométrique :

Dans le modèle vectoriel le plus simple :

- les points sont stockés géographiquement sous formes de paires de coordonnées (X,Y)
- les lignes sous forme de séries de paires de **coordonnées** (voir Figure 8)
- les polygones comme des séries de paires de **coordonnées** dont la dernière est identique à la première (fermeture du contour

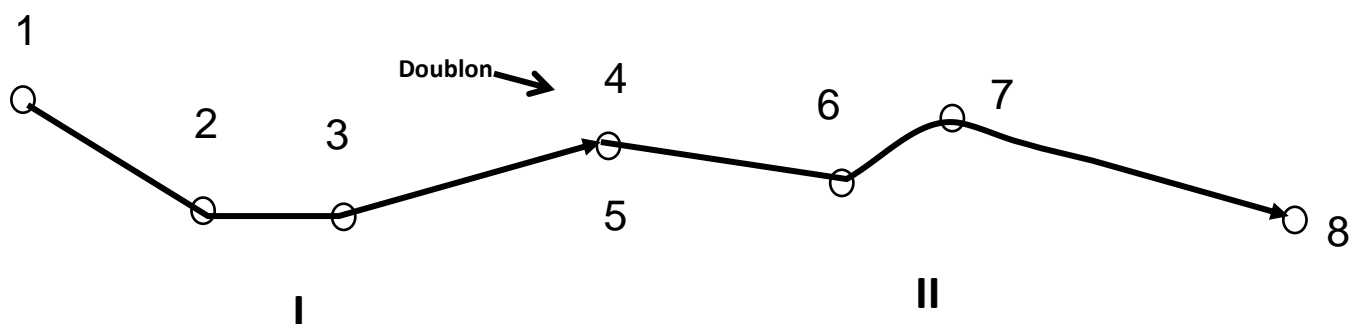


Tableau des sommets

Tableau des lignes		Tableau des sommets	
	Début	Fin	
I	1	4	1
II	5	8	2
			3
			4
			5
			6
			7
			8

Figure 8 : Structure de stockage des lignes dans une classe d'entités de lignes

Remarque :

- 1- Le modèle vecteur topologique permet de prendre en compte que :
 - deux polygones contigus partagent une ligne,
 - deux lignes se croisent en un point qui leur est commun.

2- Une manière de construire un modèle vecteur topologique et d'envisager

- ❖ les points comme des éléments de base,
- ❖ les lignes comme des connexions entre ces points ,
- ❖ les polygones comme des agencements de lignes connectées entre elles.

3- Dans une structure de données vectorielles, il faut distinguer

- les nœuds qui établissent les connexions entre les objets
- et les sommets qui construisent leur forme (figure 9)

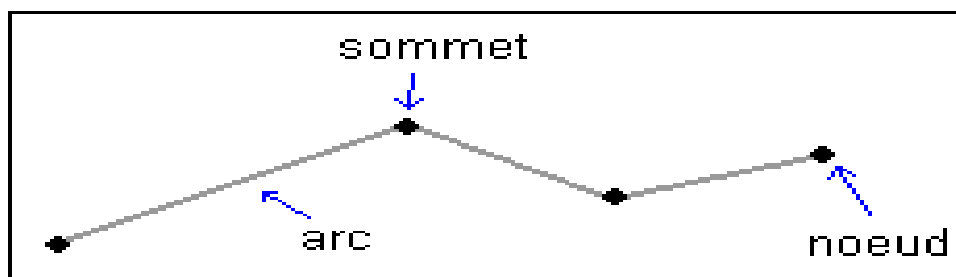


Figure 9 : nœud et sommet dans topologie vectoriel

1.2.7.2 Le mode raster

Le mode **raster** ou maillé représente l'espace selon un maillage régulier appliqué sur la surface terrestre.

Ce maillage se fait sous forme d'une grille formée de cellules de taille prédéterminée auxquelles sont attribuées des valeurs spécifiques (Figure 10) .

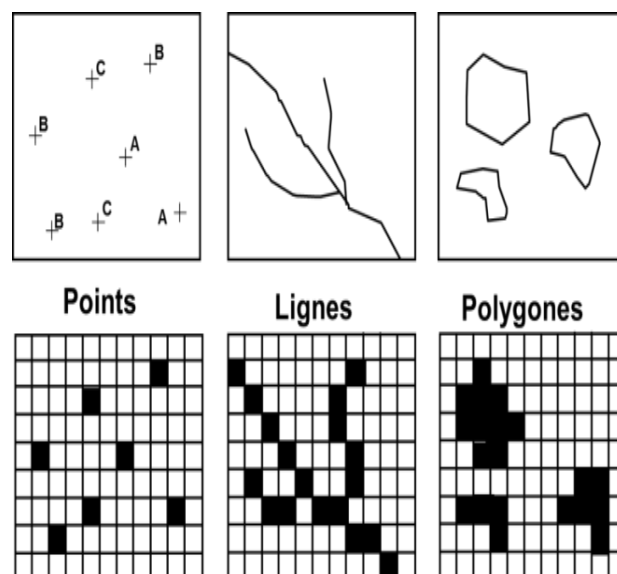


Figure 10 : le mode raster

A chaque cellule est attribuée une valeur qui peut correspondre à une mesure (pollution, altitude), à une catégorie (type de végétation), à l'identifiant d'un objet (code d'une commune, barrage, numéro d'une route, d'une école), à un code couleur issu du scan d'une carte topographique ou à une valeur mesurée par un capteur placé sur un satellite.

Le mode raster est très utilisé dans le domaine de la **télé-détection**, pour stocker les images qui sont prises sur la surface terrestre.

La grille prend alors le nom d'**image** et les **cellules** sont appelées des **pixels** (les **pixels= pictures elements**) (figure 11).

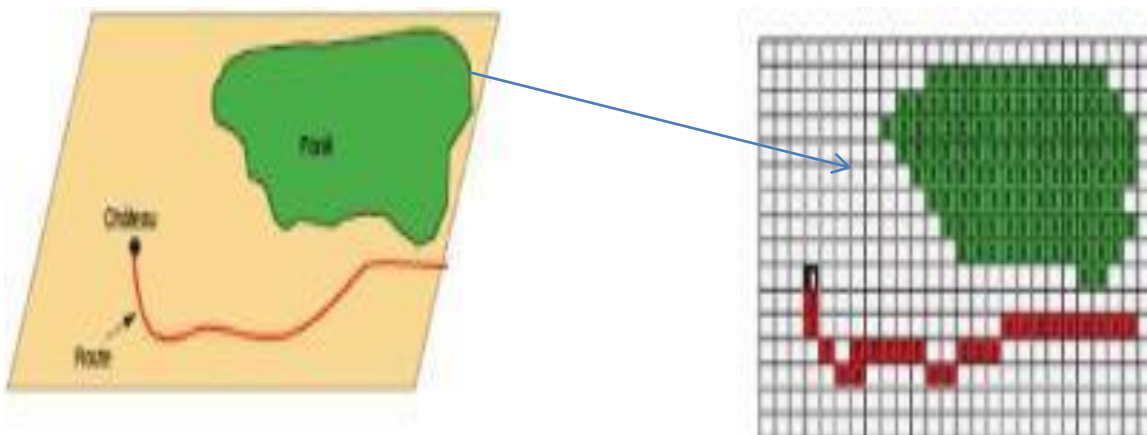
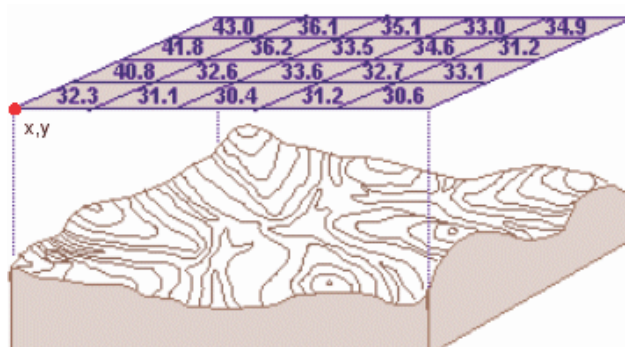


Figure 11 : la représentation d'une image vectorielle à une image raster

Les images satellites combinent, sur plusieurs canaux, des mesures différentes de radiométrie qu'il faut combiner au moyen de compositions colorées.



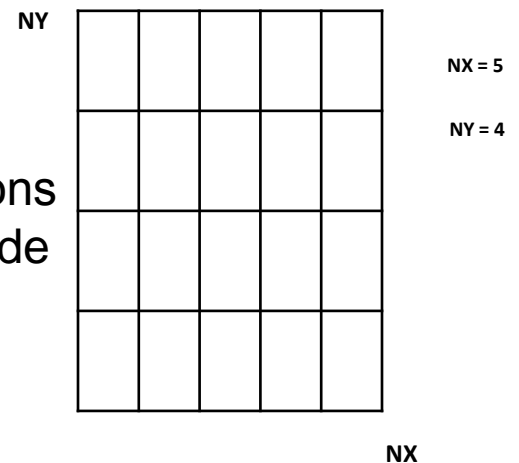
REMARQUES:

➤ **Les Raster** sont des **images** (plans scannés, photographies aériennes, images satellitaires) **repérées dans l'espace** .

➤ A chaque **cellule** on associe une valeur chiffrée, le traitement des images

est plus complexe et nécessite des outils très spécialisés, localisation plus ou moins précise des phénomènes.

➤ Un raster, par exemple une image numérique, est défini par ces dimensions nombres de colonnes(NX) et nombres de lignes (NY).



➤ Dans un SIG, il faut être capable de placer un raster dans un repère géographique orthonormé. Un tel raster est dit ***géoréférencé*** .

1.2.8 Les Etapes de mise en place d'un SIG

Le Système d'Information Géographique est la combinaison de deux systèmes d'analyses {

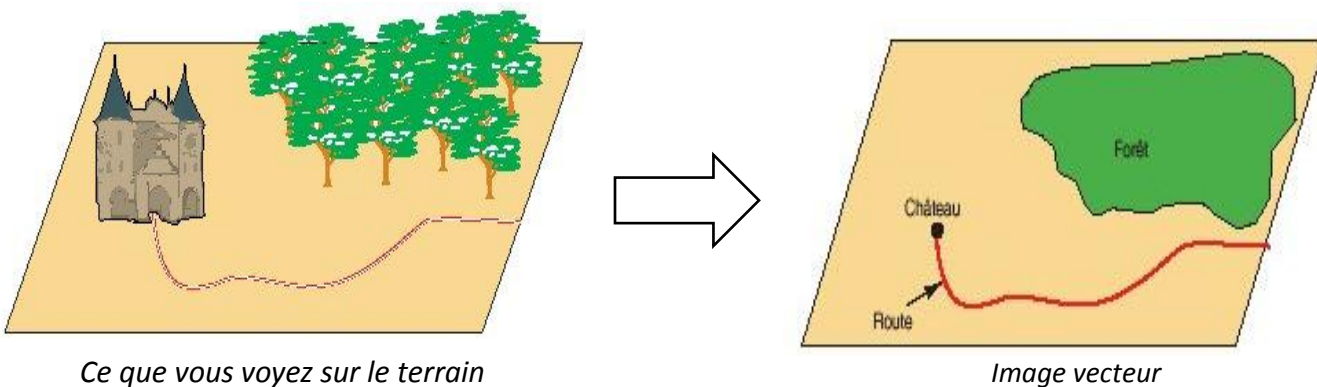
- ❑ La base de données
- et
- ❑ La cartographie.

L'utilisation du SIG repose sur le lien créer entre les données tabulaires et les objets graphiques.

ETAPE 1 – la digitalisation des données géographiques

La digitalisation consiste en la reproduction du contenu d'une image à partir d'éléments géométriques simples. Les éléments géométriques utilisés diffère selon les types d'objet à digitaliser :

Exemple : une maison peut être représenté par un *polygone*, un fleuve par un *trait* et un arbre par un *point*. Le résultat obtenu est une image en mode " vecteur " .



ETAPE 2 – le recueil des données alphanumériques

Le recueil des données consiste en la prise en compte de l'ensemble des informations nécessaires à l'élaboration du SIG .

Par exemple voir la figure ci-dessous qui résume l'ensemble des informations nécessaires à la modélisation du réseau d'eau .

Les données ainsi recueillies devront permettre la création de la base de données mais également permettre de répondre avec précision aux interrogations futures.

Le choix des données enregistrées dans la base est très important.

L'outil informatique n'aura de valeur que si il peut répondre précisément aux besoins de l'utilisateur.

Une analyse précise des besoins de l'étude doit donc être faite avant la collecte des informations.

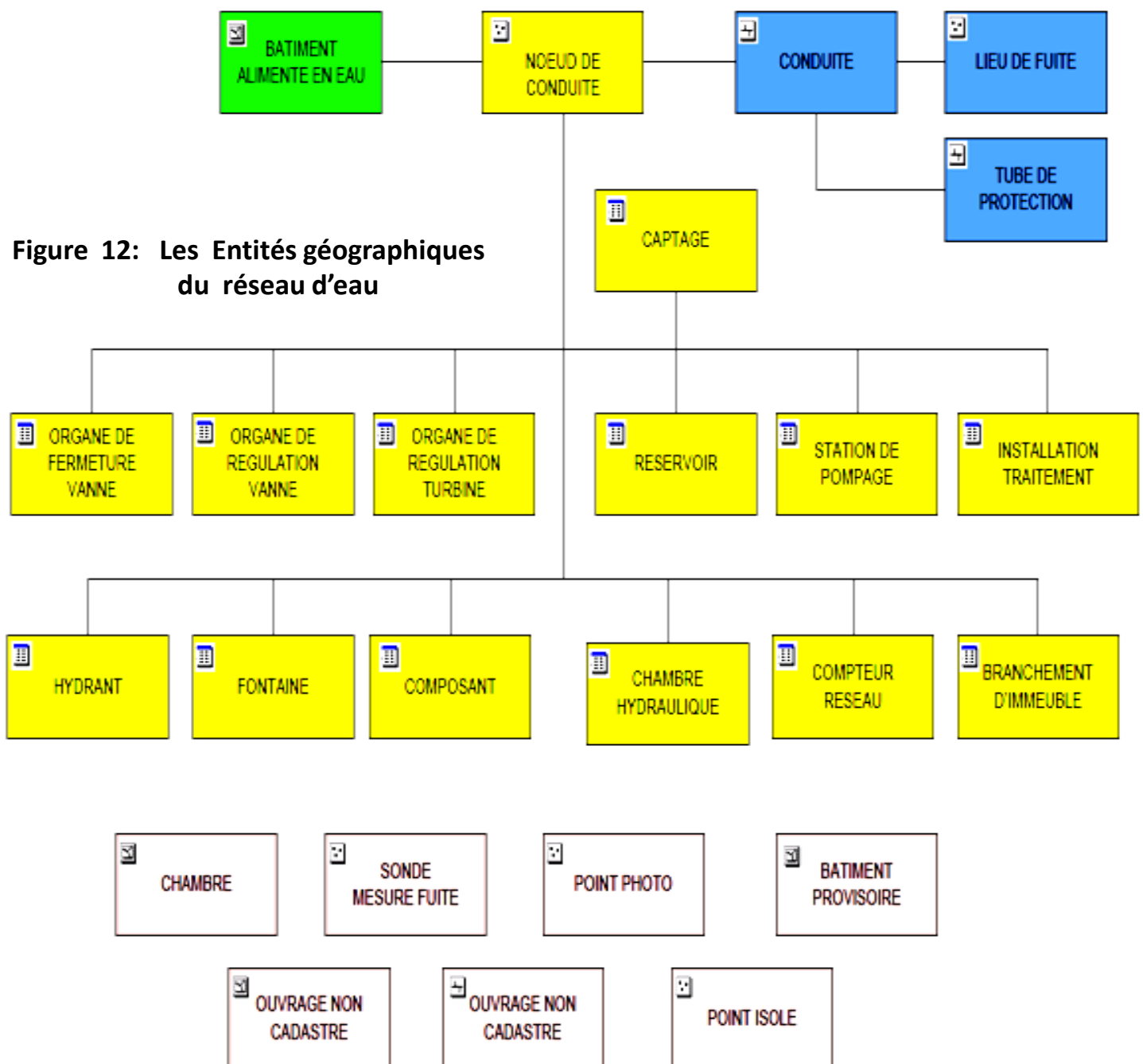


Figure 12: Les Entités géographiques du réseau d'eau

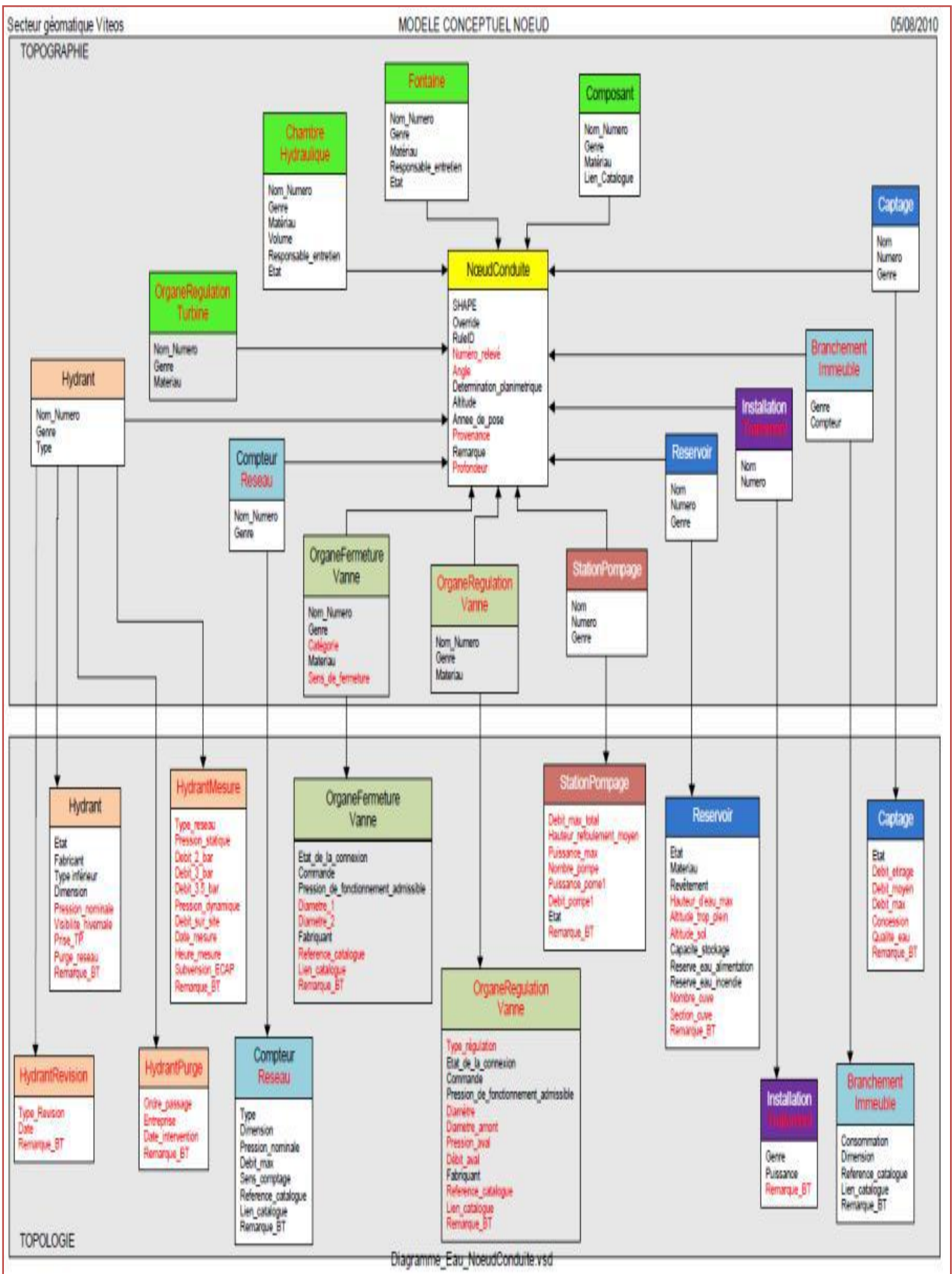


Figure 13 Le modèle conceptuel de données d'un réseau d'eau MCD

ETAPE 3 – la saisie des informations

Une fois les données géographiques constituées et les données terrains recueillies, le lien entre les deux peut être effectué.

La saisie des informations s'effectue dans des tableaux (" tables "), chaque ligne (" enregistrement ") représente un objet graphique et chaque colonne (" champ ") représente une information s'y rapportant.

A chaque couche de données graphiques (habitat, élevage, végétation, etc.) correspond une table d'informations correspondante voir la figure 14.

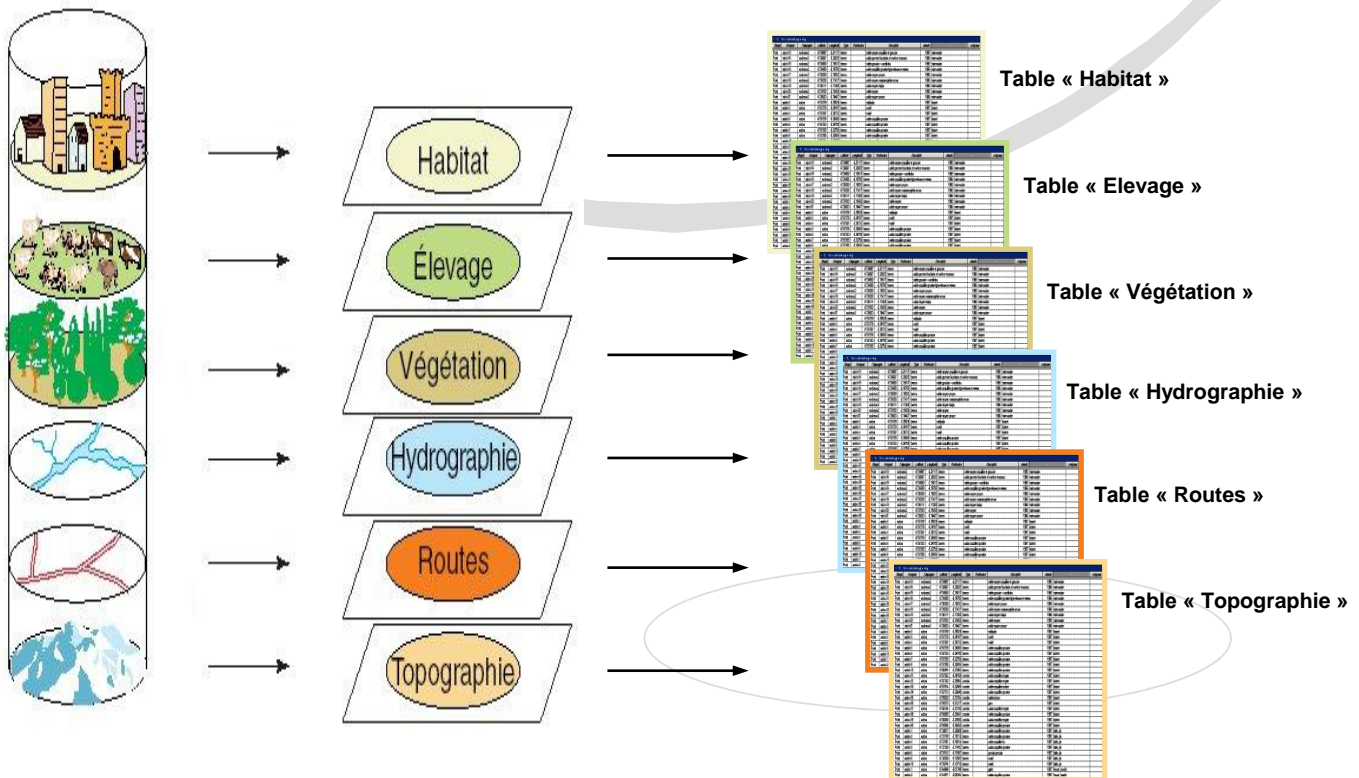


Figure 14: Les Entités géographiques du réseau d'eau

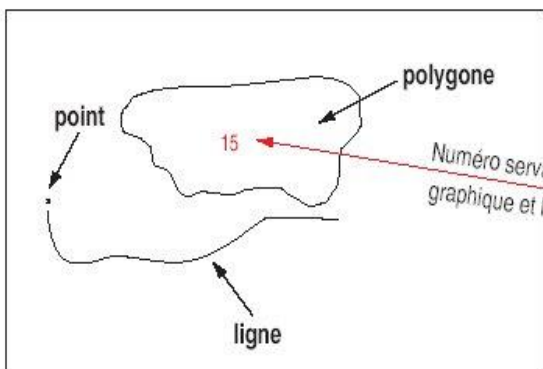
Il s'agit dans cette étape de donner à chaque objet graphique l'ensemble des informations le concernant voir figure.

Ainsi un polygone représentant une maison pourra se voir attribuer une surface, un nombre d'habitants, une année de construction. Une ligne représentant un fleuve pourra se voir attribuer un nom, un débit, des analyses d'eau, etc.

Ainsi un polygone représentant une maison pourra se voir attribuer une surface, un nombre d'habitants, une année de construction.

Une ligne représentant un fleuve pourra se voir attribuer un nom,

11n



Numéro servant de lien entre la table graphique et la table alphanumérique

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	AMAPA	288690	2.1	175257
17	TOCANTINS	920116	3.3	738884

ETAPE 4 – définir les différents thèmes (ou couches) composant le SIG

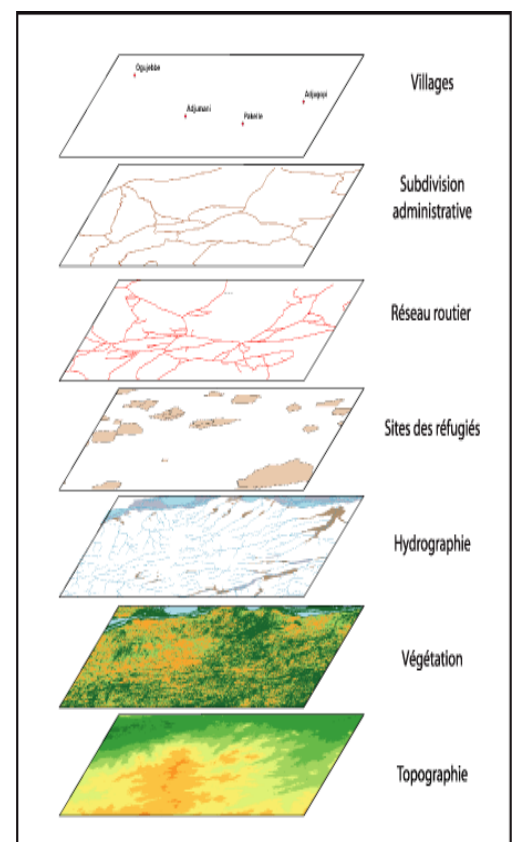
Définir les différentes couches consiste à organiser l'information géographique de manière cohérente afin de faire ressortir les informations essentielles à la prise de décision.

Certaines couches de données seront retranscrites sans modifications : la topographie, l'hydrologie, la voirie.

Par contre, certaines couches, les plus intéressantes pour l'utilisateur, seront retranscrites après avoir subi les calculs, tris, filtres et autres analyses, permettant le déchiffrage des données.

C'est dans la définition des thèmes, et dans la pertinence de leur affichage que réside la puissance de l'outil SIG.

Une très grande attention doit être portée à cette étape.



ETAPE 5 – mise à jour du SIG

Cette dernière étape est essentielle pour la *survie* du SIG.

La mise à jour des données géographiques et des données alphanumériques nécessite des méthodes et des processus de travail clairement définis dès la mise en place du SIG.

Il faut, pour garantir une saisie efficace et pour éviter les " failles ", désigner des utilisateurs spécifiques pour les tâches de mise à jour.

Il est également nécessaire d'effectuer ces mises à jour avec une périodicité définie selon la vitesse d'évolution des données. (les données de population n'évoluent pas aussi rapidement que les données relatives à la pollution du cours d'eau).

1.2.9 Rôles et Domaines D'application des SIG

Les approches ont mis en évidence le fait qu'un système d'information géographique est un outil de gestion et d'aide à la décision.

C'est un outil de gestion pour le technicien qui doit au quotidien assurer le fonctionnement d'une activité.

Le SIG doit aussi être un outil d'aide à la décision pour le décideur (directeur, administrateur) qui doit bénéficier de sa puissance et disposer de cartes de synthèses pour prendre les meilleures décisions. C'est cette finalité qui permet d'employer le terme de système d'information et de donner aux SIG les domaines d'applications suivants :

➤ Domaines Pour les grandes échelles

- La gestion foncière et cadastrale (recensement des propriétés, calcul de surfaces)
- La planification urbaine (plan d'occupation des sols et d'aménagement)
- La gestion des transports (voies de circulations, signalisation routière, optimisation d'itinéraires, planification des transports urbains)
- La gestion des réseaux (assainissement, AEP, gaz, électricité, téléphone, hydrographique ...)
- La gestion du patrimoine (espaces verts, Principaux monuments, Centres urbains remarquables ,parcs, jardins ...)
- Les applications topographiques (travaux publics et génie civil)
- Découpage administratif
- Géologie du bassin versant (Densité de la population, Evolution de la population, Contexte climatique, Patrimoine,, Thermes ,Plan d'eau (baignade et pêche) ,Réserves naturelles
- Biologie (études du déplacement des populations animales)

Les utilisateurs des SIG font plutôt :

- de la gestion
- de l'aménagement
- de la recherche

➤ Domaines Pour les échelles moyennes et petites

- Prélèvement de l'eau (Prises d'eau superficielle, Captages privés Eau Potable, Captages publics Eau Potable Usines hydroélectriques.....)
- Les études d'impact (implantation d'un centre commercial ou d'une école)
- Les études d'ingénierie routière (constructions de routes ou d'autoroutes)
- Les applications liées à la sécurité civile (Militaire, policière, prévention des risques naturels et technologiques).
- La gestion des ressources naturelles (protection de l'environnement, études géologiques, climatologiques ou hydrographiques).
- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Marketing (localisation des clients, analyse du site)
 - Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
 - Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)

1.2.10 Panorama des logiciels SIG :

Les logiciels « commerciaux » les plus courant :

- **ArcView (thème : .shp),**
- **ArcGis**
- **ArclInfo (couche : .shp ou GéoDataBase)**
- **MapInfo (Table : .tab)**
- **GéoConcept**
- **Géomédia**
- **APIC**

Les logiciels « gratuits » :

- **ArcReader et ArcExplorer**
- **GRASS GIS**
- **GMT**
- **Quantum GIS**
- **gvSIG**

Remarque:

De plus en plus on tend vers l'interopérabilité : rendre les données compatibles malgré des technologies et formats différents