

SIG

Support de cours



David CHEYNEL

david.cheynel@educagri.fr

*EPL Théodore Monod
Rennes - Le Rheu*

Novembre 2006

LES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

1. Qu'est ce qu'un SIG?

c'est 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 repéré dans l'espace, restructuré de façon à pouvoir en extraire des synthèses

Domaines d'application :

Les SIG sont utilisés pour gérer et étudier une gamme très diversifiée de phénomènes et de réseaux de phénomènes:

- **Ressources naturelles:** protection des zones humides, études d'impact environnemental, évaluation du potentiel panoramique, gestion des produits dangereux, modélisation des eaux souterraines et dépistage des contaminants, études des habitats fauniques et des migrations, recherche du potentiel minier, etc.
- **Réseaux urbains:** localisation à partir des adresses civiques, planification des transports, développement de plan d'évacuation, sélection de sites, planification et distribution des flux de véhicules, localisation des accidents, sélection d'itinéraires, etc.
- **Administration municipale:** gestion du cadastre, zonage, évaluation foncière, gestion de la qualité des eaux, entretien des infrastructures, études d'impact environnemental, schémas d'aménagement, etc.
- **Gestion des installations:** localisation des câbles et tuyaux souterrains, rééquilibrage des réseaux électriques, planification et entretien des installations, localisation des dépenses énergétiques, etc.
- **Commerce:** analyse de la structure des marchés, planification des développements et ciblage des clientèles visées, analyse de la concurrence et des tendances des marchés, etc.
- **Santé:** épidémiologie, répartition et évolution des maladies et des décès, distribution des services sociaux-sanitaires, plans d'urgence, etc.
- **Protection de l'environnement:** étude des changements globaux, suivi des changements climatiques, biologiques, morphologiques, océaniques, etc.

De manière très concrète, un Système d'Information Géographique va être en mesure de **répondre à une question posée** en langage naturel, cette réponse étant apportée essentiellement **sous forme d'une carte**.

Exemple:

Si on prend un exemple à la question posée où se situe la parcelle ou la maison de monsieur Dupont ?, le système nous répondra en nous fournissant à l'écran, une représentation du cadastre faisant figurer de manière singulière (par un clignotement ou en changeant de couleur), la parcelle ou la maison de monsieur Dupont, cela bien sûr en supposant que monsieur Dupont n'en ait qu'une et qu'il y ait qu'un seul M. Dupont.

Ceci nous conduit à nous intéresser quelques instants aux problèmes de la cartographie. Là encore, sous une forme en apparence banale, nous nous rendons compte que cette forme de représentation qui touche le monde réel mais aussi une partie d'un monde imaginaire n'est pas aussi simple qu'il n'y paraît et qu'elle suppose une formation et une adaptation qui n'est pas toujours très évidente. Il suffit pour s'en rendre compte, de voir quelquefois les difficultés que peuvent rencontrer certaines personnes à utiliser correctement des cartes ou des plans.

2. La cartographie :

2.1 Définition de l'Association internationale de Cartographie:

La cartographie est l'ensemble des études et des opérations scientifiques, artistiques et techniques intervenant à partir de résultats d'observation directe ou de l'exploitation d'une documentation en vue de l'élaboration et de l'établissement de cartes, plans et autres modes d'expression.

2.2 Projection :

La Terre est un volume complexe non sphérique. Il s'agit d'un ellipsoïde de révolution (aplatissement équatorial) qui en outre présente des aspérités dues à l'altitude variable de la surface terrestre.

Pour passer de l'ellipsoïde à une carte dessinée sur un plan, il est important d'établir une correspondance, la plus fidèle possible, entre les points de l'ellipsoïde et ceux du plan. Ce système de correspondance s'appelle le **système de projection**.

Aucune représentation cartographique en plan (2 dimensions), obtenue à la suite d'une projection, ne peut illustrer fidèlement la surface terrestre sans l'altérer. En effet, seul le globe terrestre, de par sa conception, peut respecter les propriétés de la surface de la terre. Les principales altérations qui surviennent lors de la projection de la surface terrestre sur un plan affectent l'une ou l'autre des propriétés suivantes: Les **directions**, les **distances**, les **surfaces** ou les **formes** des éléments géographiques.

Une projection peut conserver l'une ou l'autre de ces propriétés mais aucune ne peut les préserver toutes simultanément.

La nature des altérations (porte sur les longueurs, les surfaces, les angles)

1- projection conforme: Une projection est dite conforme lorsque l'échelle de la carte en tout point de la carte est la même dans toutes les directions.

2- projection équivalente: Une carte est dite équivalente lorsque toutes les surfaces cartographiées ont la même relation de proportionnalité avec celles qu'elles représentent, situées à la surface de la Terre.

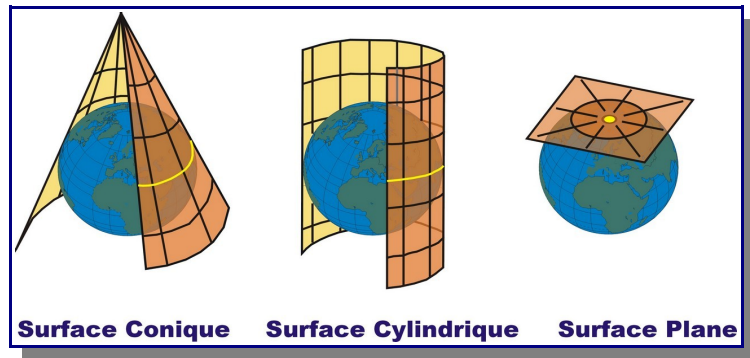
3- projection équidistante: Une carte est dite équidistante lorsqu'elle reproduit fidèlement les distances entre le centre de la projection et tout autre point de la carte.

Un système de projection peut être décrit par les caractéristiques suivantes:

- la surface de projection,
- la position de la surface développable,
- les aspects du système de projection,
- les altérations des éléments de la surface à représenter.

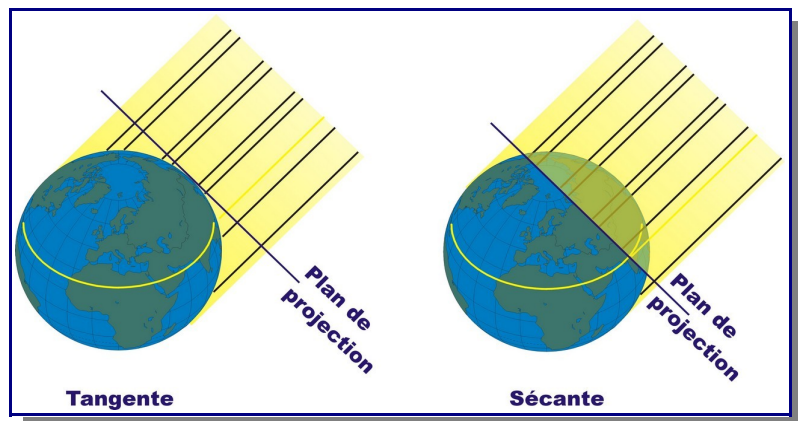
La surface de projection

- 1- Le plan
- 2- Le cylindre
- 3- Le cône



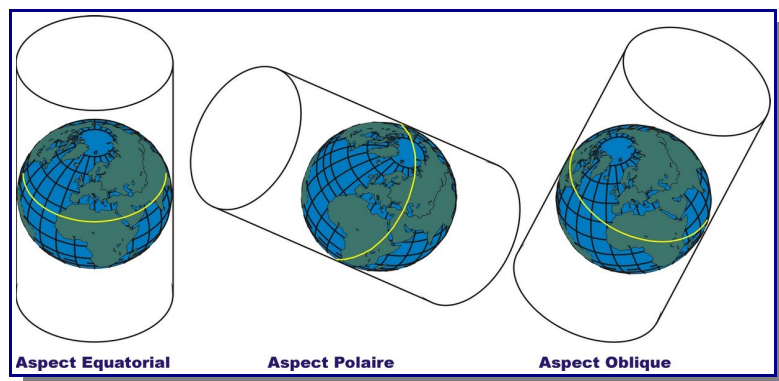
Position de la surface développable (point de contact avec l'ellipsoïde ou la sphère)

- 1- Tangente
- 2- Sécante



Aspect du système de projection (position de la surface de projection)

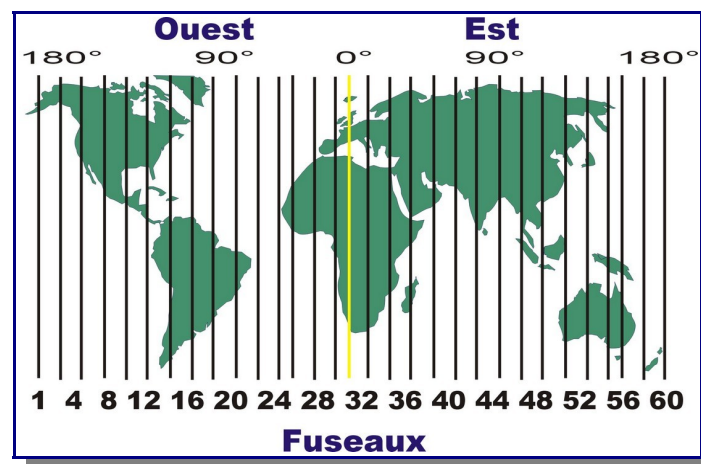
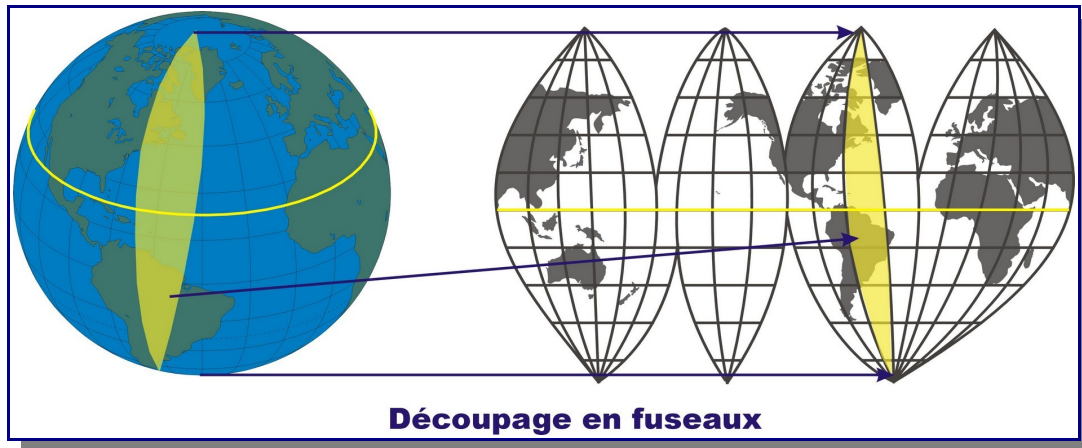
- 1- équatorial ou direct
- 2- transverse
- 3- oblique



Exemples :

Le système UTM (Universe Transverse Mercator) :

Projection conforme cylindrique de l'ellipsoïde terrestre sur un cylindre tangent à un méridien. On a défini un découpage terrestre en 60 fuseaux avec une zone de 3° de part et d'autre.



Le système Lambert :

Il s'agit d'une projection conforme de l'ellipsoïde terrestre sur un cône tangent à un parallèle.

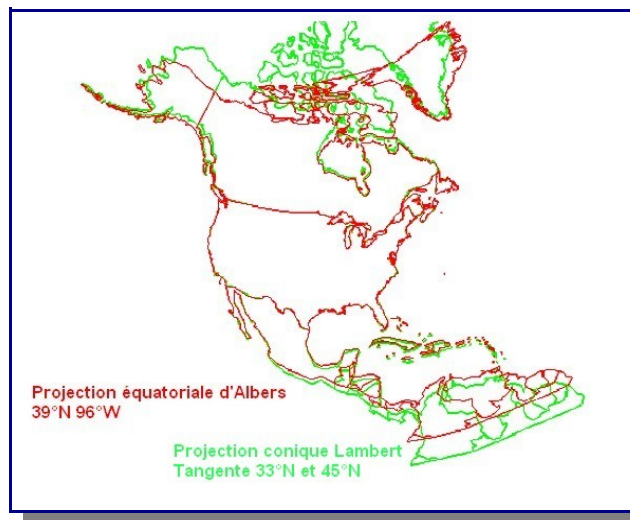
La France est divisée en 4 zones :

- La zone Lambert I (nord) est projetée sur un cône tangent au parallèle 55 G (Beauvais)
- La zone Lambert II (centre) est projetée sur un cône tangent au parallèle 52 G (Chateauroux)
- La zone Lambert III (Sud) est projetée sur un cône tangent au parallèle 49 G (Avignon)
- La zone Lambert IV (Corse) est projetée sur un cône tangent au parallèle 46.85 G

Un système unifié a été mis en place autour de la projection Lambert II qui permet d'avoir tout le territoire français dans une seule projection (c'est le Lambert II étendu), mais la déformation est accrue au Nord et au Sud.

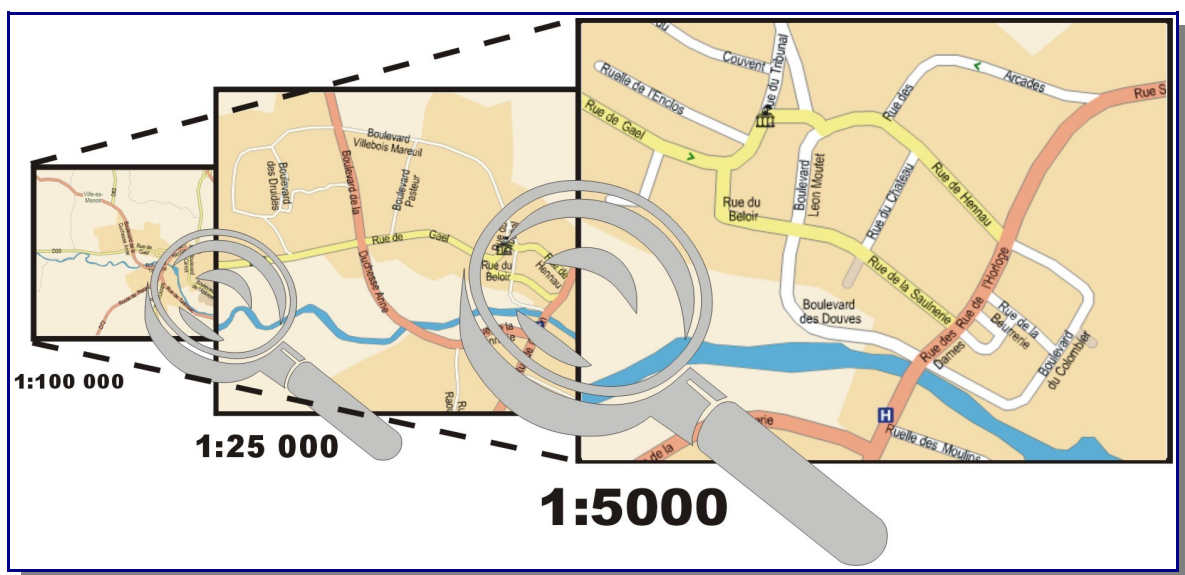
Conséquences de la variété des systèmes de projection :

Dans un projet gérant l'information géographique, il convient de s'assurer au préalable que l'on est en mesure de superposer les cartes sources. Soit toutes les cartes sont dans le même système de projection, soit le logiciel est en mesure d'effectuer les transformations de l'un dans l'autre.



2.3 Echelle :

L'échelle est le rapport constant existant entre les longueurs mesurées sur la carte et les longueurs correspondantes mesurées sur le terrain. L'échelle s'exprime normalement par une fraction telle que 1/50 000ème ce qui signifie qu'un mm sur la carte représente 50000mm sur le terrain soit 50 m.



2.4 La légende :

La légende est la clé de lecture de la carte, elle indique la signification des éléments de la carte.

La manipulation d'un nombre conséquent d'informations, va se traduire nécessairement par la création d'une **multitude de symboles** et le renvoi aux légendes correspondantes. Dans le domaine de la **cartographie traditionnelle**, nous sommes nécessairement **limités** par les moyens de représentation simultanés, c'est-à-dire que sur une carte nous ne pourrions pas faire apparaître une infinité d'informations.

Malheureusement,(et heureusement parfois !!) dans un Système d'Information Géographique, cette approche est possible. **De même que nous sommes limités là aussi sur des plans papier ou des cartes à une échelle d'utilisation, cette approche n'est pas limitative quant à elle sur des Systèmes d'Information Géographique.**

Les cartographies se fixent en général comme objectif, d'assurer une représentation d'un certain nombre d'éléments réels, reliefs, constructions, cours d'eau, etc ... D'autres éléments également vont être intégrés qui n'ont pas de matérialités, par exemple des limites administratives ou des zones de plans d'occupation des sols. Ceci nous conduira à faire apparaître sur une carte, à la fois des éléments qui ont une matérialité sur le terrain et d'autres qui n'en ont pas.

3.LES DONNEES

3.1 Les Données Vecteur :

Il s'agit d'un mode de représentation dans lequel le plan est composé d'éléments géométriques de base (point, ligne, polyligne) s'appuyant sur des points connus par leurs coordonnées.

Organisation des données

➤ Les primitives graphiques

- 1.Noëuds(point),
- 2.Polylignes (trait)
- 3.Polygones (face)

Une polyligne va d'un noeud de départ à un noeud d'arrivée, elle est constituée de segments de droite délimités par des sommets (vertex)

➤ La topologie

La topologie structure les primitives graphiques en décrivant les relations spatiales entre ces dernières. La topologie construit et gère les informations sur la position mais surtout les relations spatiales des objets entre eux. Essentiellement les relations de connexion entre les lignes et d'adjacence entre les polygones.

➤ Les objets géographiques

Les objets géographiques sont des routes, des départements, des communes, des parcelles ...
une route est une succession de polygones successives.

Un département est un assemblage de polygones jointifs (les communes)

La majorité des SIG ne gère pas les polygones qui se recouvrent .

➤ Les couches thématiques

Les objets vectoriels sont organisés en plans ou couches

Il est souvent intéressant que chaque plan corresponde à un thème particulier (ex: plan des routes, plan d'occupation des sols, ...)

Sources de données vecteur

La numérisation consiste à enregistrer les coordonnées relatives des éléments d'une carte à l'aide d'un curseur électrostatique déplacé à la surface d'une table à numériser (à digitaliser).

Ces numérisations étant relatives, il est nécessaire d'enregistrer la position de points d'amer (de repère) dont la position est connue dans l'absolu.

➤ La vectorisation automatique des données raster

Opération gourmande en temps machine qui nécessite des traitements préalables (classification, homogénéisation) et postérieurs (fermeture, lissage).

➤ La photo-interprétation sur écran

La PIAO (Photo-Interprétation Assisté par Ordinateur) permet une numérisation à la souris sur un fond de plan scanné. On dispose à ce moment là des outils de visualisation (zoom) qui peuvent améliorer la précision.

➤ L'importation des données numériques vecteur

1. d'autres systèmes (ARC/INFO, AUTOCAD, ...)
2. de bases de données extérieures (IGN, IFN, DGI, ...)
3. de bases de données régionales (SIGMIP I ...)

3.2 Les Données RASTER :

Les données raster sont également appelées données maillées, données tramées ou données matricielles.

Ces données fournissent une information ponctuelle localisée au centre des mailles d'une grille régulière. Cette information est en général une synthèse (valeur moyenne, intégrale) de valeurs intensives enregistrées ou calculées pour chaque maille (altitude, réflectance ...). La taille de la maille est égale à la résolution du système (10 m pour le satellite SPOT, 80 .u pour un scanner)

Organisation des données raster

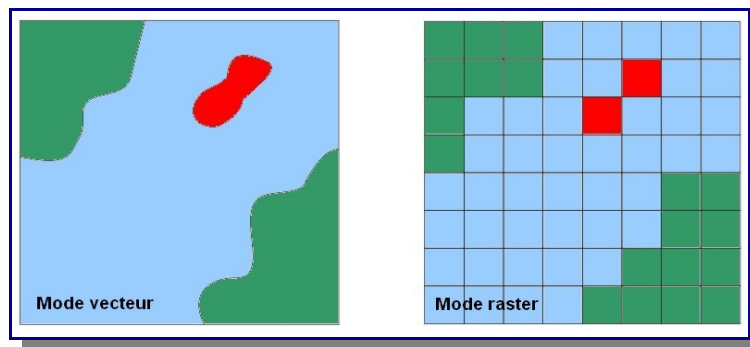
Une donnée raster comporte deux entités: l'image et la cellule

l'image: clé de l'image, thème, coordonnées du point inférieur gauche, du point supérieur

droit, nombre de lignes de la trame, unité de mesure de l'attribut de chaque cellule)

La cellule est définie par son n° de ligne, son n° de colonne et par la valeur de l'attribut

Dans ce modèle, il n'y a pas d'objets géographiques.



Sources de données Raster

Procédé de numérisation peu coûteux. Les données ne sont pas structurées. Usage souvent limité à l'obtention d'images de fond de plan. Les données scannées peuvent être exploitées par photo-interprétation.

- La rasterisation des données vecteur

Dans ce cas, une ligne est transformée en une succession de pixels contigus.

- L'importation des données numériques raster

Autres systèmes (ERDAs, DIDACTIM, MUL TIsCOPE, ...)

Bases de données (IGN, IFN, ...)

Télédétection (SPOT, LANDSAT, PHOTONUM IGN, ...)

3.3 Les Données attributaires :

Les données attributaires caractérisent les objets graphiques. Il y a des attributs quantitatifs (nombre d'habitants de la commune, surface d'une parcelle, ...) et des attributs qualitatifs (nom du maire, type de culture, ...)

Organisation des données attributaires

Les données attributaires sont gérées sous forme de base de données de la même manière que les bases de données classiques. Des liens sont opérés avec les objets géographiques, on parle alors de géocodification ou de géoréférencement.

Sources des données attributaires

- Acquisition par clavier
- Codification
- Renseignement automatique à partir d'un calcul (surfaces, longueurs, distances)
- L'importation des données numériques attributaires d'autre systèmes (ARC/INFO, DBASE, EXCEL, ...) ou de bases de données disponibles (INSEE, DGA, DGI, ...)

4. CONCLUSION

En conclusion, nous ne devons pas oublier qu'un Système d'Information Géographique s'articule toujours avec deux types de langage, que nous sommes toujours tenus d'assurer une compatibilité de **cohérence** entre les **questions** que nous allons poser en langage naturel et les **informations** que nous devons **recueillir sous la forme du langage cartographique**. Enfin, il ne pas oublier que dans certains usages, la réciproque est vraie, c'est-à-dire qu'à une question posée dans un environnement graphique sur une carte, le système sera lui aussi amené à apporter une réponse, non plus sous forme cartographique mais sous forme de langage naturel.

Pour reprendre l'exemple de la parcelle de M. Dupont, un cliquage sur la carte à l'écran d'une parcelle pourrait nous conduire, si nous avons (beaucoup de chance), à la réponse : c'est la parcelle de M. Dupont...