

b. Forme de la terre

La forme mathématique la mieux adaptée pour représenter la terre est l'ellipsoïde. Une telle surface de référence «théorique» est indispensable pour exécuter les calculs nécessaires, si on veut localiser des objets topographiques à l'aide de mesures. La figure physique qui représente le mieux la forme de la terre s'appelle «géoïde». C'est la forme que prend le niveau moyen des mers, si on se l'imagine prolongé sous les continents. Après la localisation de chaque point dans l'espace par mesures d'angles et de distances, des calculs des projections permettent de passer de la réalité en 3 dimensions vers la représentation plane (ACT, 2000).

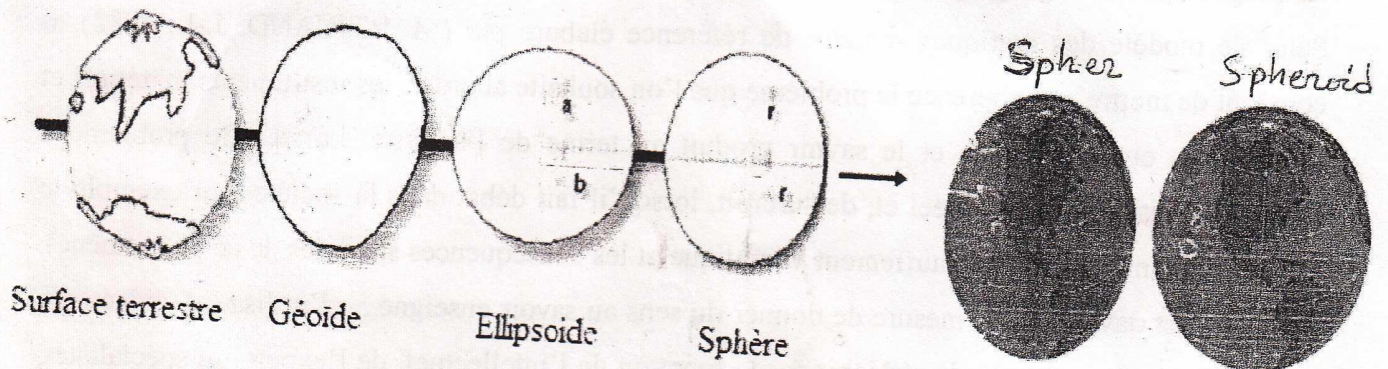


Figure 1 : Présentation de la surface de la terre (Géoïde et ellipsoïde).

La forme de la Terre : presque un ellipsoïde de révolution, d'environ 6378 km de rayon

Coordonnées sphériques : longitude, latitude, altitude. Degrés, minutes, secondes. Degrés décimaux. Grades. Un point quelconque est repéré par rapport à l'ellipsoïde en utilisant la verticale.

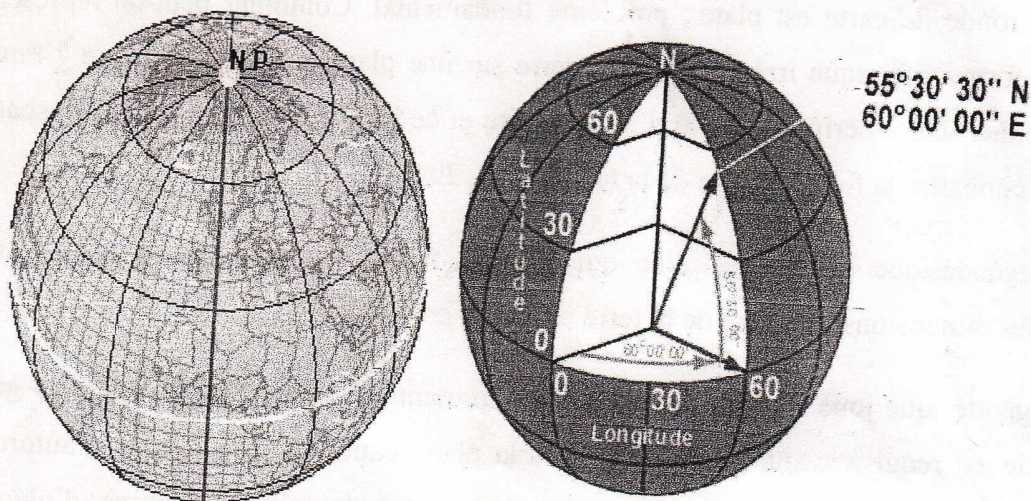


Figure 2 : Repérage d'un point par rapport à l'ellipsoïde en utilisant la verticale.

Mais la surface équipotentielle pour la gravité (le géoïde) ne coïncide pas avec l'ellipsoïde de révolution : la verticale n'est pas normale à l'ellipsoïde, mais au géoïde

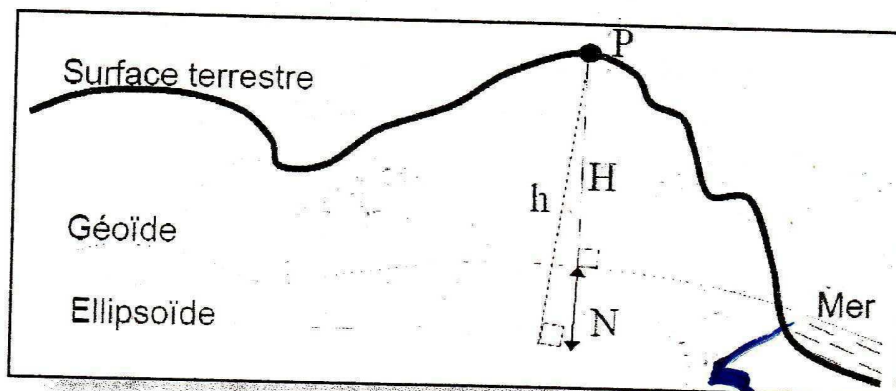


Figure 3 : Définition de la position d'un point sur la surface topographique selon le géoïde et l'ellipsoïde (CAVAYAS .F, 2011).

c. Localisation d'un point sur la surface terrestre

L'altimétrie ou la définition de la hauteur d'un point La hauteur d'un point est exprimée par la différence de hauteur entre le point et une surface de référence (en général: le niveau de la mer). La surface de référence pour les observations altimétriques est le géoïde.

d. Système de référence spatial

Système permettant la représentation de la Terre et de sa surface. Il comprend le référentiel géodésique qui situe et oriente la Terre dans l'espace, l'ellipsoïde qui modélise la Terre sous la forme d'un volume de révolution (sphère aplatie) et le *système de projection* qui exprime mathématiquement la position sur une carte plane de tout point de la surface étudiée de la Terre.

e. Principaux types de projection

La projection se fait, suivant un modèle mathématique donné, en fonction soit d'une surface plane, soit d'une surface conique ou d'une surface cylindrique. Les projections peuvent être :

Conformes : les directions sont conservées,

Équivalentes : les superficies sont conservées,

Équidistantes : les distances sont conservées dans une direction déterminée.

Dans les deux premier cas, les distances sont altérées. Quant au troisième cas, qui suscite peu d'intérêt, les distances sont conservées dans une direction déterminée

D'après (LHOMME. S, 2012), une projection ne peut pas être à la fois conforme et équivalente. Une carte ne pouvant pas être obtenue simplement en écrasant une sphère, la projection passe généralement par la représentation de la totalité ou une partie de l'ellipsoïde sur une surface développable, c'est-à-dire une surface qui peut être étalée sans déformation sur un plan. Les trois formes mathématiques courantes qui répondent à ce critère (à savoir le plan, le cylindre et le cône) donnent lieu aux trois types principaux de projection (Figure 4):

- la projection cylindrique ;
- la projection conique ;
- la projection azimutale.

- 1) **La projection azimutale** consiste à projeter une portion de l'ellipsoïde sur un plan tangent à la sphère (ce type de projection est aussi appelé projection perspective ou projection zénithale).
- 2) **La projection cylindrique** : la surface de référence à la forme d'un cylindre, tangent ou sécant à l'ellipsoïde.
- 3) **La projection conique** : la surface projetée est un cône tangent ou sécant à la sphère.

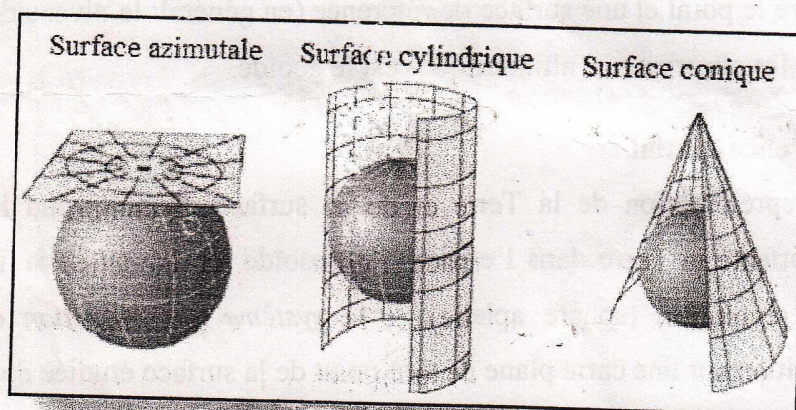


Figure 4: Les différents types de projections

1) Courbes de niveau

On appelle courbe de niveau le lieu des points de la surface topographiques ayant même altitude, c'est-à-dire l'intersection de la surface topographique avec un plan horizontal.

2) Principe de l'établissement des courbes de niveau

Considérons une série de plans horizontaux (H_1 , H_2 et H_3) parallèles, équidistants qui coupent idéalement une surface topographiques (une butte par exemple). Les intersections de la colline avec ces plans sont reportés sur le plan P. Ces projections se nomment, courbes de niveau.

La topographie de la surface terrestre est restituée par l'intermédiaire de **courbes de niveau**. Une courbe de niveau correspond à l'intersection de la surface topographique avec un plan horizontal d'altitude donné. Elle joint donc un ensemble de points de même altitude. La différence d'altitude entre les plans horizontaux est appelé **équidistance** des courbes de niveau.

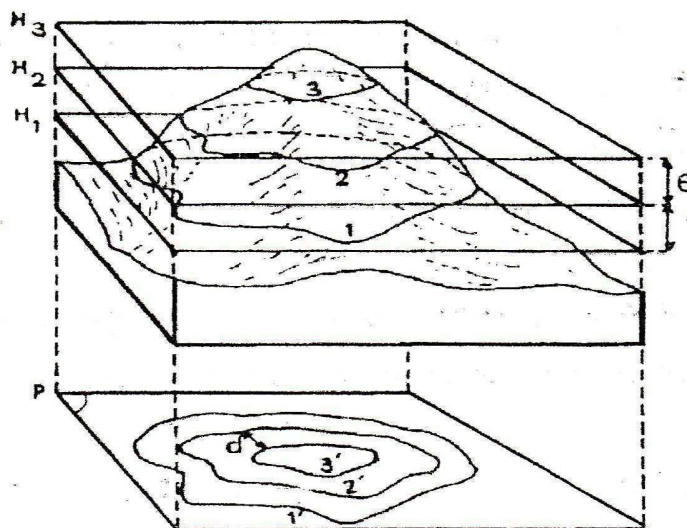


Figure 5: Principe d'établissement des courbes de niveaux

3) Altitude des courbes de niveau

L'altitude des courbes est souvent indiquée le long de leur tracé. En principe le bas des chiffres indiquant cette altitude est dirigé vers le bas de la pente.

4) Equidistance et écartement

C'est la distance qui sépare deux plans horizontaux successifs ; sur la carte elle correspond à la différence d'altitude entre deux courbes de niveau consécutives. Il ne faut pas confondre l'équidistance avec l'écartement des courbes en projection sur la carte (d).

- l'équidistance est constante
- l'écartement est variable, il dépend du relief ;

L'équidistance est indiquée dans la légende, en bas de la carte. Dans les zones plates à faible relief elle est de 5 à 10m ; pour les zones montagneuses, elle peut atteindre 20m, sinon une densité trop grande des courbes de niveau rendrait la carte illisible. Si l'équidistance n'est pas indiquée, elle peut se calculer en comptant sur une pente toujours montante ou descendante, le nombre d'intervalles séparant deux courbes d'altitude connue est égale à la différence d'altitude entre ces deux courbes divisée par le nombre d'intervalles donnera l'équidistance.

5) Propriétés des courbes de niveau

Différentes sortes de courbes de niveau

- Courbes maîtresses : Elles sont dessinées en traits plus accentués qui indiquent toutes les courbes de rang 5 c'est-à-dire tous les 50 ou 100 m, le plus souvent l'altitude est indiquée sur les courbes maîtresses ; noter que entre deux courbes maîtresses il y a toujours 4 courbes normales.
- Courbes normales : Elles sont dessinées en traits fins, elles s'intercalent entre les courbes maîtresses.
- Courbes intercalaires : Elles sont dessinées en général en tirette. Lorsque la surface topographique est plate, les courbes de niveau sont espacées, pour amener plus de précision on est conduit à ajouter une courbe dite intercalaire dont l'altitude diffère d'une demi-équidistance de celle des deux courbes qui l'encadrent.

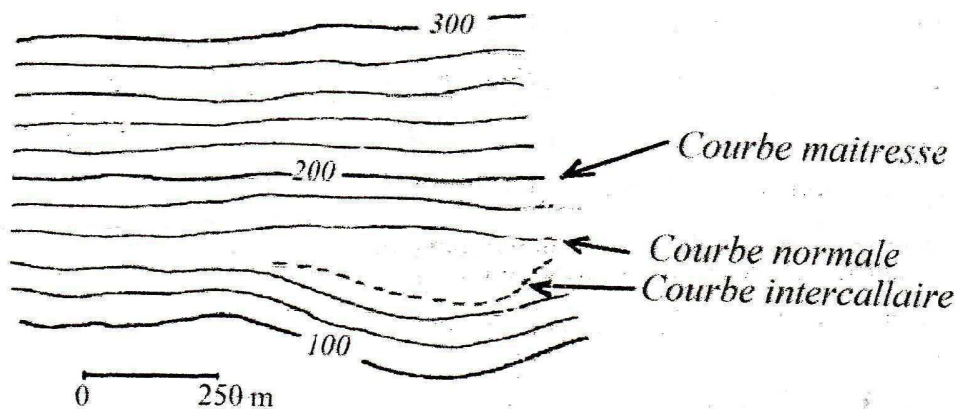


Figure 6 : Différents types de courbes de niveau

6) la densité des courbes de niveau

Rend compte du relief : les pentes fortes sont caractérisées par des courbes nombreuses et serrées ; à des courbes espacées et peu nombreuses correspond une région plate ou à faible pente (Figure 6).

7) Les points cotés

A côté des courbes de niveau, il existe un certain nombre de points remarquables où l'altitude exacte est donnée, permettant de trouver facilement la valeur des courbes de niveau proches.

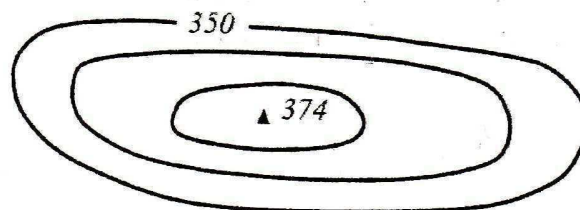


Figure 7 : Exemple de l'équidistance des courbes de niveau de 10 m.

2. Cartographie thématique

La cartographie thématique consiste à traduire un thème physique ou humain dans le langage graphique qui a sa syntaxe propre, faite de signes et de couleurs, différente de celle du langage écrit ou parlé.

Toute la cartographie obéit en fait à quelques principes de base très simples, relevant du simple bon sens.

- 1/ Un phénomène se traduit par un signe, en noir ou en couleur et un seul (jamais de redondance qui équivaldrait à doubler la valeur d'un phénomène).
- 2/ Les variations de qualité se traduisent par la variation de forme du signe.
- 3/ Les variations de quantité (effectifs, valeurs brutes) se traduisent par des variations de la taille du signe.
- 4/ Les variations de valeurs relatives (quantités rapportées à une surface ou une unité : densité, taux, PIB par habitant etc...) se traduisent par une variation de couleurs ou de trames.
- 5/ Plus une valeur est forte, plus le signe qui lui correspond aura une valeur forte, et vice versa.
- 6/ On utilise les couleurs de plus en plus chaudes pour tous les phénomènes "positifs" (en valeur ou en appréciation) et des couleurs de plus en plus froides pour tous les phénomènes "négatifs" (en valeur ou en appréciation).

Tout le reste n'est qu'une question de connaissances fondamentales des différentes parties de la géographie : on ne fera jamais faire de la cartographie morphologique à quelqu'un qui ne connaît rien à cette discipline.

7/ La symbolisation

Les différents modes de représentation cartographique d'une variable géographique quelconque constituent ce qu'on appelle : la symbolisation cartographique, ou le système graphique de la carte ou encore le « langage » cartographique. La symbolisation inclut deux opérations de base : la figuration et l'implantation.

8/ La couleur

La couleur peut être naturelle (couleurs spectrales) et elle est fonction de la longueur d'onde du rayonnement électromagnétique dans le visible ou elle peut être artificielle (pigments de peinture). Une couleur artificielle peut ne pas exister comme couleur naturelle. En cartographie la couleur est un moyen de communication très puissant, mais son utilisation demande une grande expérience. En effet la juxtaposition des couleurs incompatibles peut créer des effets visuels inattendus.

9/ L'orientation

L'orientation est définie par l'angle que fait un figuré linéaire avec la verticale.

10/ L'habillage de la carte

Le tableau suivant résume les éléments qui doivent servir à la création de la maquette de la carte, une fois la couche thématique implantée sur la carte de fond.

Titre	Il est l'élément clé pour nous indiquer le but de la carte. À éviter: un titre trop chargé, par exemple: Distribution de la population de la Région Métropolitaine de Montréal selon statistiques Canada, 1995; ou un titre trop généralisé, par exemple: Distribution de la population ou Région Métropolitaine de Montréal.
Légende	Absolument nécessaire pour que le lecteur de la carte comprenne la signification des symboles.
Échelle	Absolument nécessaire pour les cartes montrant une portion de la Terre afin de donner au lecteur le sens des dimensions et des distances. Dans le cas des cartes montrant le globe nous pouvons l'omettre. L'échelle graphique est préférable
Crédits	Absolument nécessaire. On inclut la source de données, les questions du copyright, le nom de celui qui a produit la carte, des dates, et si nécessaire d'autres explications ou notes.
Bordures et cadre de référence	Utilisation pour délimiter la carte et aussi pouvoir trouver une référence cartographique
Toponymie et autres textes	Fournissent une information clé et orientent le lecteur de la carte
La flèche pour le Nord	Fournit une information clé pour orienter la carte. Pas nécessaire pour les cartes montrant le globe terrestre.

11/ Relation de proportionnalité

La taille du figuré doit nécessairement varier en fonction de la valeur de la quantité représentée afin de préserver la relation de proportionnalité. Nous pouvons représenter notre variable géographique en faisant varier a) la hauteur ou la largeur des barres; b) l'aire des figurés géométriques ou c) le volume des figurés géométriques. La technique privilégiée est la variation de l'aire des cercles.

12/ Relation d'ordre

Si la relation d'ordre est à conserver alors nous avons deux choix : la variation de la taille ou la valeur du figuré. La variable quantitative est regroupée en un petit nombre de classes 3 à 5 et la taille du symbole est calculée en fonction de la valeur milieu de chaque classe.

13/ Relations de différence

L'utilisation de la forme, de l'orientation, de la couleur et du grain est recommandée pour des variables qualitatives nominales.

14/ Entités discrètes linéaires

Les variables géographiques représentent des phénomènes qui se produisent à travers un réseau routier, un réseau hydrographique, etc. Les mêmes principes que dans le cas des entités discrètes ponctuels s'appliquent : la taille pour transcrire la relation de proportionnalité, la valeur ou la taille pour transcrire des relations d'ordre (quantitatif ou qualitatif) et les variables de séparation pour illustrer les différences entre variables nominales.

15/ L'échelle

Cette projection ne peut être utilisée que par réduction : celle-ci est exprimée par un nombre fractionnaire qu'on appelle échelle. Définition. L'échelle est le rapport de la longueur entre deux points sur la carte et la longueur couplée horizontalement entre les deux points correspondants sur le terrain.

$$\text{Echelle} = \frac{L_{\text{carte}}}{L_{\text{terrain}}}$$

Les unités employées doivent être les mêmes au numérateur et au dénominateur. Une échelle au $\frac{1}{50.000}$ signifie que 1 cm sur la carte représente 50.000 cm ou 500 m sur le terrain.

Les échelles les plus courantes sont : le 1/25.000, 1/50.000, 1/100.000 et au-delà. L'échelle est d'autant plus grande que le dénominateur est plus petit.

16/ La légende

La légende facilite la lecture et la compréhension d'une carte. Elle regroupe tous les symboles représentés sur la carte. Ces symboles sont dans la plus part des cas, regroupés en fonction des thématiques représentées. Elle nous permet d'obtenir toutes les informations transcrites sur la carte ; à comprendre le relief et à savoir le lire (CTFC, 2011).

3. Introduction aux systèmes d'information géographique (SIG)

3.1 Quelques définitions

«Un système d'information est l'ensemble des ressources (matériels, logiciels, données, procédures, humains, ...) structurés pour acquérir, traiter, mémoriser, transmettre et rendre disponible l'information (sous forme de données, textes, sons, images, ...) dans et entre les organisations. » (GUILLAUME. R, 2014).

Un Système d'Information Géographique est un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un système de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de construire, de modifier, d'interroger, de représenter la cartographie, la base de données, selon des critères sémantiques et spatiaux (GILLOT. J-M., 2000).

« Un Système d'informations géographiques (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 »

3.2 Structure de l'information géographique

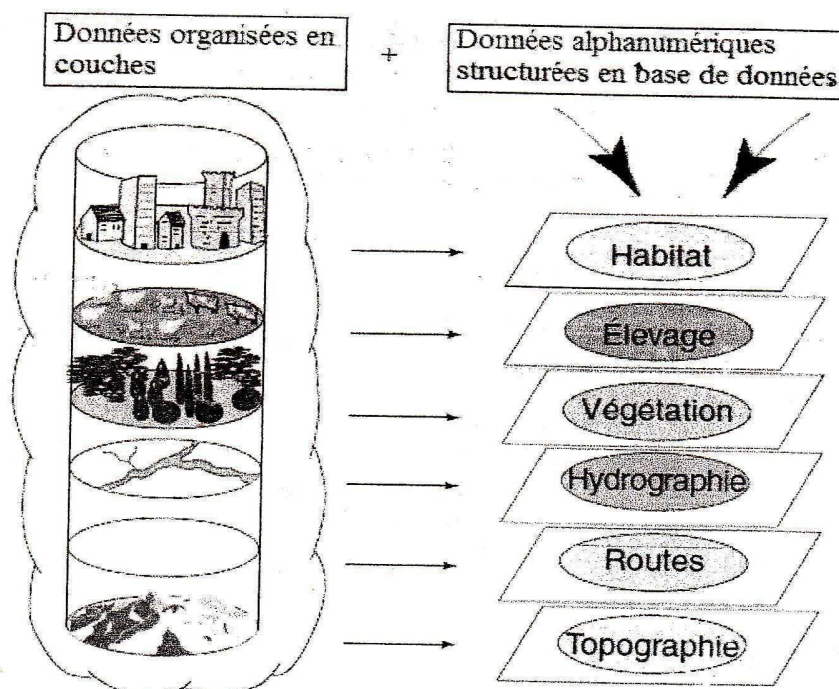


Figure 8: Base de données géographique, ensemble des couches superposables (HABERT.E, 2000).

3.3 Mode de représentation des données raster

b. Les polygones

Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveau.

c. Les polygones

Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols.

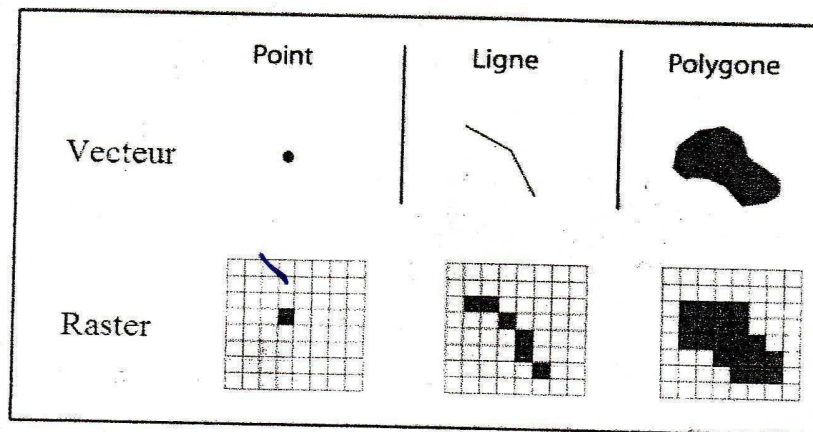


Figure 10: L'information géographique en mode numérique et les formes d'objets
(<http://www.cartographie.ird.fr/refugies/methodes-SIG.html>).

3.5 Fonctionnalités des SIG

Les systèmes d'information géographique peuvent être constitués pour répondre à différentes demandes, selon les objectifs fixés. Toutefois ils ont en commun des fonctionnalités que l'on retrouve dans chaque système d'information.

3.5.1 Abstraction

Les systèmes d'information géographique sont utilisés pour réaliser des descriptions du territoire permettant d'obtenir l'information nécessaire pour répondre à une problématique.

Ils contiennent cette information sous plusieurs formes dont certaines sont des représentations d'éléments ou de phénomènes existants.

Ces représentations cherchent à reproduire le plus fidèlement possible la réalité d'une manière compréhensible par les utilisateurs et utilisable informatiquement dans le but de répondre à des objectifs donnés.

Le monde réel est ainsi modélisé en fonction des besoins, ce qui permet de définir précisément le contenu du système (THERY, S, 2005).

3.5.2 Acquisition

Plusieurs sources de données peuvent être représentées dans les SIG : les images satellitaires, les cartes de photographies aériennes, les données de terrain, import de fichiers, système GPS (*Global Positioning System*), ... etc.

L'acquisition des données peuvent être manipulées grâce aux différents outils tels que : le scanner, table de digitalisation, logiciels.

- Acquisition à partir de documents existants
- Acquisition à partir de photos
- Acquisition à partir d'image satellite
- Acquisition à partir de donnée alphanumérique
- Acquisition à partir du terrain (IAAT, 2003).

3.5.3 Archivage

La gestion des données acquises, doivent être stocker et de les retrouver facilement. C'est une des fonctions les moins visibles pour l'utilisateur. Elle dépend de l'architecture du logiciel avec la présence intégrée ou non d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) relationnel ou orienté objet.

3.5.4 Analyse

C'est une fonctionnalité très importante d'un SIG, elle concerne les opérations de correction géométriques, les calculs statistiques, les analyses thématiques selon les objectifs fixés. Elle permet des calculs métriques (distances, surfaces), positionnement et projections géographiques ... etc.

Description qualitative et/ou quantitative d'un espace à partir de données alphanumériques stockées « dans » l'objet géométrique ou dans une base de données externe via un lien. Cette analyse peut se faire par requête, par calcul. La cartographie en est souvent le support.

3.5.5 Affichage

Son but est de permettre à l'utilisateur d'appréhender des phénomènes spatiaux dans la mesure où la représentation graphique respecte les règles de la cartographie.

L'affichage sert à communiquer

Sur un ordinateur lors de l'élaboration d'une étude. Sur Internet en respectant des contraintes de poids, de couleur, de format, ... Sur papier pour des documents de travail, des rapports, des documents de promotion, ... Si l'affichage n'est pas le cœur du système, il reste un élément très important grâce au pouvoir de communication de la carte (IAAT, 2003).

4. Liaison entre données cartographique et données alphanumériques

4.1 La structuration des données dans un SIG

L'organisation des données est primordiale dans l'élaboration d'un SIG. La structuration des objets porte à la fois sur le graphique et les données alphanumériques. Les données graphiques s'organisent sous la forme de couches. Chaque couche correspond à un thème particulier.

4.1.1 Les données vectorielles

Chaque objet est représenté sous forme de liste de coordonnées X, Y séquentielles. Des attributs peuvent être associés aux objets. Une image informatisée peut être représentée en format vectoriel ou en format raster. Les données vectorielles sont constituées d'information suivante :

- Ponctuelles ;
- Linéaires ;
- Polygonales.

Un objet ponctuel est défini par un unique ensemble de coordonnées (X, Y). Chaque point est représenté par un symbole (cercle, carré, triangle, etc.).

Un objet linéaire est défini par un ensemble de coordonnées organisées pouvant représenter la forme d'une caractéristique géographique (par exemple, les cours d'eau, routes, etc.). Une ligne est formée d'un trait et de deux nœuds (Figure 11).

Une polygones est de type ligne regroupant plusieurs segments de ligne. Il contient plus de deux nœuds, c'est à dire d'autres nœuds que ceux des extrémités.

Dans les SIG (système d'information géographique), un polygone correspond à une région sur une carte entourée d'une limite. Notez qu'un polygone peut en contenir plusieurs.

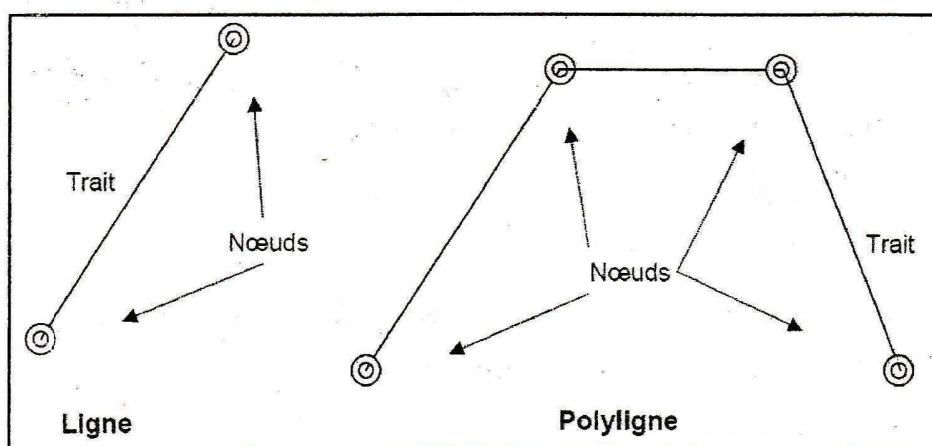


Figure 11 : Types d'information vectorielle (linéaires)

C'est le point le plus petit qui puisse être affiché sur un écran d'ordinateur. Si un écran est décrit comme ayant une résolution de 1.024 x 768, cela signifie que l'écran contient 1.024 pixels (points) de droite à gauche et 768 pixels (points) de haut en bas. Chaque caractère, objet ou ligne inscrit à l'écran se compose de nombreux pixels. Les images rasters sont parfois appelées « bitmaps ». Les photographies aériennes et les images satellites sont des exemples courants de données rasters rencontrées dans les SIG (BIENASSIS, P, 2011).

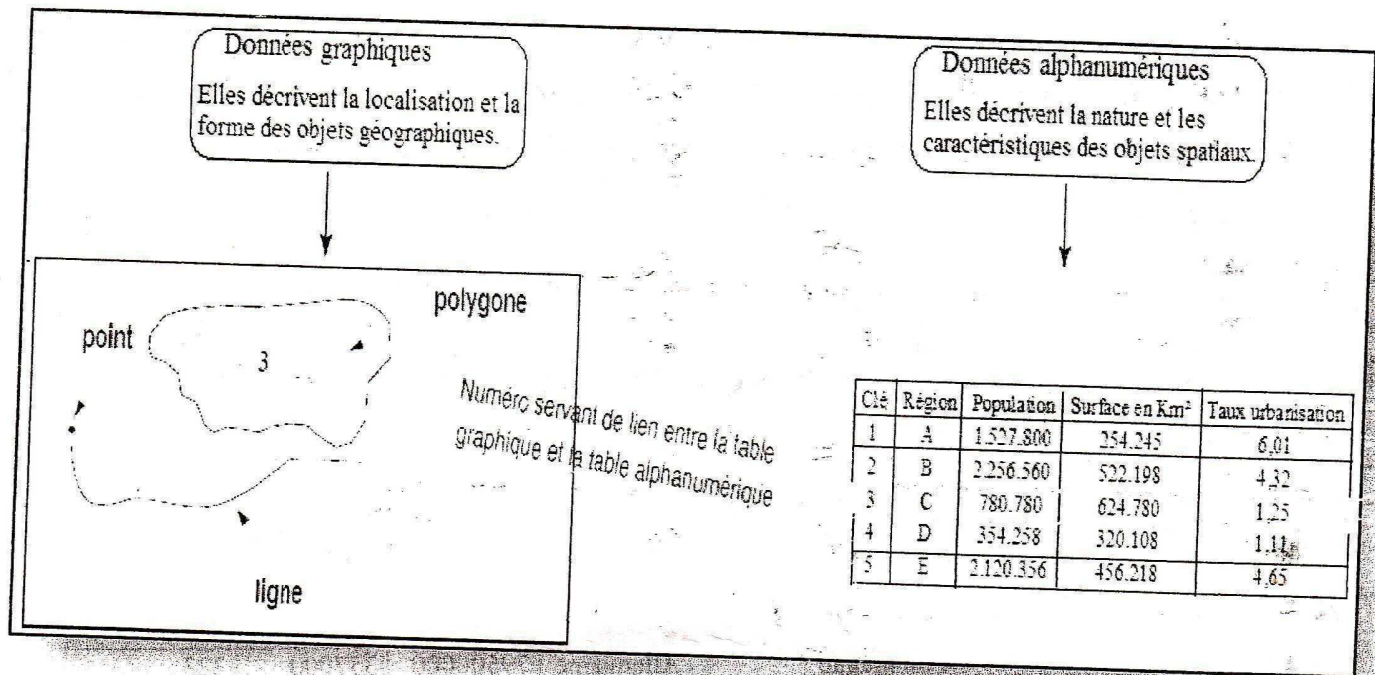


Figure 12: Mode de représentation des données vecteur

4.1.2 Les données raster

Ce sont des images, avec comme unité de base le pixel. Ces images ne permettent pas d'association avec des données alphanumériques en dehors des attributs de chaque pixel. Ces attributs sont peu intéressants pour l'utilisateur de SIG désirant réaliser des cartographies statistiques, puisque celui-ci ne peut connaître que les caractéristiques de chaque pixel de base, et n'a aucune information concernant un secteur géographique plus vaste. De plus, ces attributs ne sont pas modifiables et ne peuvent pas être enrichis d'autres informations. Ces données peuvent être intéressantes à utiliser, notamment comme support de vectorisation. Il est en effet possible de créer des données vectorielles à partir d'images raster.

4.1.3 Les données alphanumériques

Les données alphanumériques sont l'ensemble des données qualitatives et quantitatives associées à chaque entité du fichier de formes. Le système d'information géographique va au delà d'une simple

représentation cartographique. Des informations sont associées aux entités graphiques (figure 12). Elles permettent de stocker des valeurs caractérisant l'objet. (Débits, surfaces, type,...) ainsi que des liens les unissant. (Code commun à deux tables). Il n'y a pas en effet une paire de coordonnées géographiques unique pour un polygone : chaque point qui a servi à la numérisation du contour de ce polygone a ses propres coordonnées. L'ensemble des coordonnées de ces points ne sont pas reprises dans la table attributaire. D'une manière générale, les coordonnées géographiques ne sont pas présentes dans les tables attributaires (CHRISTINE. C).

4.1.4 Organisation des tables d'attributs

Les tables d'attributs liées aux objets graphiques doivent être organisées de manière à ne pas dupliquer inutilement des informations ; certains attributs seront placés dans des tables directes, d'autres dans des tables indirectes:

Table primaire

Polygone n°	Identifiant	Aire	Périmètre	Pays
1	1	1020	200	France
2	2	122	70	Suisse
3	2	500	132	Suisse
4	3	320	330	Allemagne
5	3	433	600	Allemagne
6	1	222	71	France
7	1	4599	301	France
8	2	233	80	Suisse
9	1	410	121	France

Table

Pays	Pop. pays	Surf. Pays	Densité pays
France	57500000	549000	105
Suisse	6800000	41293	165
Allemagne	79500000	357000	223

Figure 13 : Table d'attributs primaires et indirects

4.1.5 Mise en forme des données

Le traitement des données dans un SIG implique une ou plusieurs des transformations suivantes :

- les transformations géométriques $\Rightarrow$ nouvelles formes et positions des objets (agir sur les dimensions X,Y)
- les transformations d'attributs $\Rightarrow$ création nouveaux attributs (Z)
- les transformations de classes d'objets $\Rightarrow$ par ex. agrégation des données ponctuelles selon un découpage surfacique ; ceci implique la définition de nouveaux objets avec des valeurs agrégées (X,Y,Z).

La mise en forme des données est nécessaire lorsque soit le mode de représentation, soit le format, soit la définition d'une donnée numérique n'est pas compatible avec la base de données dans laquelle on désire l'intégrer. On peut ainsi distinguer 3 grands types de transformations :

- transformation de mode de représentation (raster, vecteur, TIN, ...)
- transformation de format (binaire, ASCII ; formats Arc/Info, Mapinfo, IDRISI, etc.)
- transformation de la géométrie et des attributs thématiques des objets (changement de système de coordonnées, changement de forme, de résolution des objets, etc.)

La mise en forme des données n'a pas pour objectif direct l'extraction d'informations, mais constituent une étape essentielle dans la préparation de la BDG (Base de Donnée Géographique).

4.1.6 La structure des données dans les (SIG) au format MapInfo

Dans Mapinfo les données sont regroupées et organisées en **tables**. Une table correspond à un ensemble de fichiers qui sont manipulés en même temps par le logiciel.

Utilisez l'explorateur de Windows pour examiner le contenu du répertoire de travail. Plusieurs fichiers définissent une couche géographique dans Mapinfo.

- (.tab) : fichier décrivant la structure de la table (format du fichier contenant les données),
- (.dat) : C'est un fichier qui contient les données attributaires de la table. Sa taille est proportionnelle au nombre d'enregistrements dans la table et à la taille, en octet, d'un enregistrement.
- (.map) : fichier décrivant les objets graphiques (type, coordonnées),
- (.id) : fichier assurant le lien entre les données et les objets,
- (.ind) : fichier d'index pour rechercher les objets via la commande Rechercher.

La couche « communes » est par exemple composée de 5 fichiers : **dat, ind, tab, map** (figure 14).

Nom	Taille	Type
communes.DAT	26 Ko	Fichier DAT
communes.ID	8 Ko	Fichier ID
communes.MAP	333 Ko	Fichier MAP
communes.MID	29 Ko	Séquence MIDI
communes.MIF	680 Ko	Fichier MIF
communes.TAB	1 Ko	MapInfo Table

Figure 14: Structure des données au format MapInfo

constituant la table, vérifier la cohérence de l'ensemble et afficher le contenu graphique de la table dans une fenêtre. Ainsi, les informations communales gérées par MapInfo vont être constituées d'un certain nombre de fichier. C'est cet ensemble de fichier que l'on nomme «table des communes » (Figure 14) (BARBIER. P, 2002).

5.5 Requêtes SQL

Une requête est une opération d'interrogation réalisée sur une partie d'une base de données. MapInfo simplifie le recours aux requêtes SQL (*Structured Query Language*) en proposant des interfaces graphiques assez commode pour interroger la base de données géographiques. Une requête SQL produit une table qui va contenir la ou les réponses à la question posée. Il est donc possible de chaîner les requêtes SQL entre elles.

a) Requêtes d'analyse spatiales

Néanmoins la plupart des requêtes SQL dans un SIG utilisent des opérateurs spatiaux dans des requêtes avec un SIG. (Sinon un simple SGBDR aurait pu suffire).

1) Les opérateurs spatiaux MapInfo

MapInfo propose plusieurs opérateurs géographiques pour sélectionner des objets sur la base de leur relation spatiale à un autre objet. Il existe un mot-clé spécial qui s'utilise avec la géométrie des objets MapInfo. Ce mot-clé indique à MapInfo qu'il doit exploiter des valeurs des composantes géométriques de la table plutôt que des données attributaires. Les opérateurs spatiaux s'insèrent entre les objets spécifiés. Vous les sélectionnez dans la liste Opérateurs.

Les opérateurs spatiaux de MapInfo sont énumérés ci-dessous :

Contains : L'objet A contient l'objet B si le *centroïde* de B se trouve dans le polygone de A.

Contains entire : L'objet A contient entièrement l'objet B si le polygone de B est entièrement inclus dans le polygone de A.

Within : L'objet A est dans l'objet B si son *centroïde* est dans le polygone de B.

Entirely within : L'objet A est entièrement dans l'objet B si le polygone de A est entièrement dans le polygone de B.

Intersects : L'objet A rencontre l'objet B si ils ont au moins un point en commun.

b) Le « champ » géométrique « .obj »

MapInfo stocke donc la géométrie des objets graphiques dans ses tables. Le principe de ce stockage n'est pas identique à celui des autres attributs dont le type est fixe. En effet on ne stocke pas un objet de type *LINE* défini par 2 jeux de coordonnées X et Y comme un polygone défini par 250

points intermédiaires. Pour simplifier la vie des utilisateurs, MapInfo propose un type ; « obj », pour stocker n'importe quel type d'information géométrique. Ce type n'apparaît pas quand on visualise la structure d'une table par la commande « Table/ Gestion des tables/ Modifier la structure.. », mais ce champ « obj » apparaît dans les menus déroulants des interfaces « Sélection » et « Sélection SQL ». Ce champ est utilisé pour désigner une géométrie quelconque, de type point, polygones ou polygone. Ce qui peut apparaître comme une simplification peut aussi se révéler dangereux à l'usage dans la mesure où tous les opérateurs spatiaux de MapInfo ne réagissent pas de la même manière suivant la géométrie des objets sur laquelle ils sont appliqués.

c) Le centroïde

Le centroïde d'un objet est un point quelconque situé à l'intérieur d'un objet de type « polygonal », et sur la ligne (polygones) pour les objets de type « polygones ».

5.6 Utiliser MapInfo dans un rapport

5.6.1 Ouvrir une session MapInfo dans une session Word

Il est souvent utile d'illustrer un rapport avec des cartes. La première est d'exporter une copie d'écran en créant une image. C'est une réponse rapide mais peu satisfaisante. La meilleure manière de procéder, si l'on dispose du noyau MapInfo sur le poste où l'on rédige le rapport, est d'insérer un objet MapInfo en conservant un lien dynamique entre le fichier Word et les tables MapInfo utilisées en illustration. Cette fonctionnalité ouvre une session MapInfo dans une session Word. Dès lors dans l'objet OLE MapInfo un certain nombre d'actions élémentaires sont réalisables. Ouvrir une table, gérer le gestionnaire de couche, créer une analyse thématique, etc....

Pour entrer dans l'environnement MapInfo, cliquer dans la nouvelle fenêtre MapInfo. Dès lors la barre de menu de Word se modifie ainsi que montré sur l'image à droite afin de pouvoir réaliser les opérations de manipulation de tables élémentaires.

5.6.2 Crystal reports

Il est souvent utile d'exploiter le contenu d'une base de données dans un rapport. MapInfo possède un lien vers le logiciel *Seagate Crystal Reports*. On active ce lien par la commande suivante :

Les fichiers Crystal Reports possèdent l'extension « .rpt » L'environnement *Seagate Crystal Reports* est le suivant :

Cet environnement peut servir à réaliser des mises en page simple pour éditer le contenu des bases de données ou par exemple dessiner des structures de bases de données (BARBIER. P, 2002).

5.7 Manipuler des données MapInfo existantes

MapInfo est un logiciel qui est conçu pour fonctionner dans un environnement Windows. Il respecte donc les « Guides de style Windows » ainsi que les règles d'ergonomie des environnements Windows. Les utilisateurs de logiciels Microsoft seront à l'aise dans les fonctionnalités de base et retrouveront les préceptes de souplesse qui permettent d'accéder à une fonctionnalité du logiciel en mode débutant ; par menu déroulant, habitué par bouton ou expert par raccourci clavier (BARBIER, P, 2002).

5.8 Connaître et gérer le référentiel cartographique des données existantes

MapInfo peut travailler dans différents systèmes de représentation. Les différents systèmes cartographiques gérés par MapInfo se trouvent dans le fichier éditable **MapInfow.prj**.

5.8.1 Changer le référentiel cartographique d'une table ouverte

Pour cela comme indiqué il faut utiliser l'option « Enregistrer Table Sous... » ; choisir un nouveau nom et choisir la nouvelle projection grâce au bouton « Projection.. ». Choisir une projection, c'est définir une catégorie puis une projection à partir des données du fichier Mapinfow.prj.

5.9 Créer un objet dans une table existante

Un objet ne peut être créé que dans une table modifiable. MapInfo n'oblige pas à garder une homogénéité de type d'objets géométriques par couche (ou table). Néanmoins il est déconseillé de créer des objets de types géométriques hétérogènes dans une même couche. Par exemple si vous avez à créer une couche d'obstacles et que vous ayez à créer des obstacles de type linéaire et de type ponctuel, il est préférable de créer alors 2 tables différentes pour recevoir chacun des 2 types d'obstacles. Pour créer un objet on utilise le menu dessin. Le bouton avec la punaise sert à numériser des objets ponctuels. Le bouton avec une ligne brisée en dessous sert à numériser les polygones. Le bouton rempli en vert sert à numériser les polygones. Les mêmes boutons, mais ornés d'un point d'interrogation servent à modifier la sémiologie par défaut de chacun de ces types d'objets (BARBIER, P, 2002).

5.10 Créer ou modifier des données attributaires dans des tables existantes

Pour créer ou modifier les données attributaires d'une table MapInfo, cette table NE doit PAS nécessairement être affichée dans une couche Modifiable. Cette caractéristique peut sembler être une simplification des opérations de saisie. C'est en réalité une source de difficultés et de risques en termes de contrôle qualité des données saisies sous MapInfo. Sans contrôle à posteriori on peut rapidement obtenir des données incohérentes !