

# CARTOGRAPHIE ET SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

**UEGEO : 353**

Dr Ibrahima SYLLA (Maitre de Conférences Titulaire)

[ibrahima.sylla@ucad.edu.sn](mailto:ibrahima.sylla@ucad.edu.sn)

Dr Cheikh Ahmed Tidiane FAYE (Maitre de Conférences  
Assimilé)

[Cheikhat.faye@ucad.edu.sn](mailto:Cheikhat.faye@ucad.edu.sn)

## Introduction

- La cartographie désigne **la réalisation et l'étude des cartes géographiques et géologiques**. Elle est très dépendante de la géodésie, science qui s'efforce de décrire, mesurer et rendre compte de la forme et des dimensions de la Terre.
- Le principe majeur de la cartographie est la **représentation de données sur un support réduit** représentant un espace généralement tenu pour réel.
- L'objectif de la carte, **c'est une représentation concise et efficace, la simplification de phénomènes complexes** (politiques, économiques, sociaux, militaires, etc.) à l'œuvre sur l'espace représenté afin de permettre une compréhension rapide et pertinente.

## Introduction

- Les acteurs principaux de la cartographie étaient traditionnellement **les explorateurs et les cartographes**, afin de définir **l'espace des États, et les espaces des territoires explorés**.
- Aujourd'hui, la cartographie moderne est transdisciplinaire et s'applique à presque **toutes les sciences : la géologie, la biologie, l'urbanisme, la sociologie etc. nécessitent une collaboration entre cartographes, experts, et analystes de données**.
- Les données numériques et satellitaires font de **l'informatique et de l'informaticien de nouveaux partenaires-clefs**, tandis que les [\*netizens\*](#) ou *cybercitoyens* rejoignent depuis peu le groupe avec la [cartographie 2.0](#) et la [cartographie d'information](#).

## Introduction

Le **Système d'Information Géographique** est basé sur trois mots clés :

- ❖ « **Système** » qui désigne dans ce contexte une collection d'éléments satisfaisant une relation ;
- ❖ « **Information** » qui, dans ce contexte, est la signification potentielle attachée à des données qui sont elles-mêmes une représentation conventionnelle d'un fait, d'une notion ou d'un phénomène convenant à une communication, une interprétation ou un traitement ;
- ❖ « **Géographique** » qui qualifie ce qui est relatif à la Terre, aux hommes et à leurs activités à la surface de la Terre.

## Introduction

- Un SIG est un [système d'information](#) conçu pour **recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de [données](#) spatiales et géographiques.**
- L'acronyme **SIG** est parfois utilisé pour définir les « sciences de l'information [géographiques](#) » ou « études sur l'information géo-spatiale ».
- Cela se réfère aux carrières ou aux métiers qui travaillent avec des systèmes d'information géographique et dans une plus large mesure avec les disciplines de la géo-informatique. Ce que l'on peut observer au-delà du simple concept de SIG a trait aux données de l'[infrastructure](#) spatiale.

## Introduction

- Dans un sens plus général, **le terme SIG** décrit un système d'information qui **intègre, stocke, analyse, et affiche l'information géographique.**
- Les applications liées aux SIG sont des outils qui permettent aux utilisateurs de créer des requêtes interactives, **d'analyser l'information spatiale, de modifier et d'éditer des données au travers de cartes et d'y répondre cartographiquement.**
- La science de l'information géographique est la science qui sous-tend **les applications, les concepts et les systèmes géographiques.**

## Introduction

- Le SIG est un terme général qui se réfère à un certain **nombre de technologies, de processus et de méthodes**. Celles-ci sont étroitement liées à **l'aménagement du territoire, la gestion des infrastructures et réseaux, le transport et la logistique, l'assurance, les télécommunications, l'ingénierie, la planification, l'éducation et la recherche, etc.**
- C'est pour cette raison que les SIG sont à l'origine de **nombreux services de géolocalisation basés sur l'analyse des données et leur visualisation.**

## Introduction

- La géomatique est un ensemble organisé de **matériels informatiques, de logiciels, de données géographiques et de personnel capable de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées.**
- ❖ Elle constitue :
  - un instrument technique de l'aménagement du territoire et de la gestion des ressources ;
  - une technologie incontournable dans la mise en œuvre des politiques relatives à l'aménagement du territoire, la planification économique, l'urbanisme, la décentralisation etc.

## Introduction

- ❖ Elle permet :
  - d'avoir une meilleure connaissance du territoire ;
  - d'anticiper sur les perspectives d'aménagement en s'appuyant sur une optimisation et une mise en cohérence des données du monde réel ;
  - de fournir des informations fiables référencées partiellement (local, région, pays, etc.) ou totalement à la Terre ;
- ❖ Elle contribue à :
  - la gestion des entités territoriales ;
  - la proposition des scénarii d'aménagement et de gestion des ressources naturelles et humaines ;

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

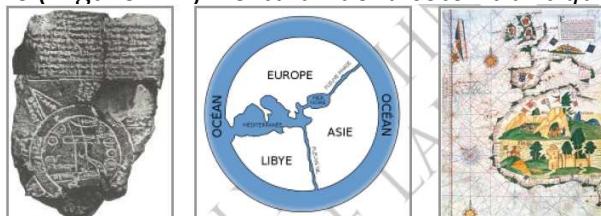
### Un héritage culturel

- Utilisée par les **civilisations les plus anciennes**, la représentation cartographique des éléments du territoire et sa délimitation ont depuis toujours suscité un intérêt particulier.
- L'histoire des cartes est si ancienne **qu'il est difficile d'en préciser exactement ses débuts**. Certains archéologues supposent que quelques groupes ont su exprimer leurs connaissances géographiques par la carte plutôt que par l'écriture. Il est probable en effet que l'art de dessiner des cartes appartienne aux types les plus anciens de l'art graphique, commun à toutes les nations primitives.
- Les croquis préhistoriques et autres éléments cartographiques sommaires, retrouvés sur les traces de nos ancêtres, en témoignent.

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- **2500 av. J.-C.** : on trouve la plus ancienne « carte » géographique gravée sur une tablette de terre cuite. Elle provient des fouilles de **Ga-Sur à Nuzi en Mésopotamie**.
- Une autre représentation connue est la Carte babylonienne du monde qui est une tablette d'argile datée entre **700 et 500 ans avant J.-C.** Elle provient du site **de Sippar**, région située au sud ouest de **Bagdad**. On y voit un disque entouré d'eau, prolongé par les sept îles d'un océan céleste. Au centre est placée Babylone (Figure 1-2). *Portulan de la côte Atlantique*



## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- Les premières bases de **la géodésie et de la trigonométrie** ont été posées par le philosophe grec **Thalès de Milet** au **VIème siècle avant J.-C.** Il propose également une description de la Terre sous la forme d'un disque flottant. La représentation évolue ensuite avec le philosophe grec **Anaximandre (mort vers -546)** qui aurait été le premier à proposer une carte du monde.
- **Anaximandre** considère le monde comme étant **circulaire** et ayant pour centre la mer Égée. Il est divisé en trois continents : l'Europe, la Libye (l'Afrique actuelle) et l'Asie, entourés par un océan extérieur. Il introduit aussi la notion de sphère céleste, concept que l'on retrouve aujourd'hui en astronomie.

## **un peu d'histoire carto/sig...géomatique**

### **Un héritage culturel**

- D'autres savants grecs, comme Pythagore, ont largement contribué au développement de la cartographie et de la topométrie, grâce à leurs travaux en géométrie et en mathématiques. Platon (429-348 av. J.-C.) a notamment proposé l'idée d'une Terre ronde et c'est Aristote (384-322 av. J.-C.) qui a démontré le principe de sphéricité de la Terre.
- A partir du Xème siècle, les marins disposent d'instruments pour déterminer leur route et la latitude de leur bateau. Elle est alors estimée à l'aide d'un astrolabe en vérifiant la hauteur de l'étoile polaire au-dessus de l'horizon. Des cartes plus précises sont ainsi conçues. Appelées « portulans », elles représentent avec précision les ports et les premières voies maritimes.

## **un peu d'histoire carto/sig...géomatique**

### **Un héritage culturel**

- Les découvertes successives du XVIIème siècle redessinent peu à peu le monde géographique tel qu'il est observé par les explorateurs. Les grands noms de l'histoire des découvertes comme Marco Polo, Christophe Colomb ou Fernand de Magellan, étaient tous accompagnés de leur capitaine de cartographie. Chargés de retracer sur un plan leur parcours ainsi que les nouvelles terres observées durant leurs expéditions, ils ont participé aux premières acquisitions d'informations géographiques à une échelle mondiale.

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

Cette Figure correspond à une des premières mappemondes représentant assez fidèlement les cinq continents sur une même illustration.



Figure : Mappemonde de 1559

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- Au XVIIIème siècle, Napoléon donne une impulsion à la confection d'un cadastre parcellaire ayant pour but de clarifier la connaissance précise des propriétés foncières en vue d'une meilleure répartition de l'impôt. En France, il initie ensuite la mise en œuvre de Carte d'Etat-major, carte au 1 : 80'000, réalisée entre 1832 et 1880, permettant d'obtenir une connaissance complète du territoire national dans ses trois dimensions, avec toutes les routes et tous les chemins que peut utiliser une armée en mouvement.



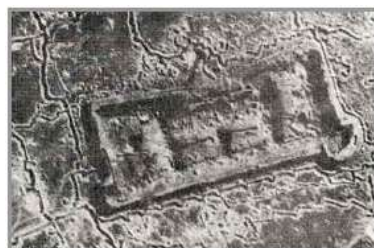
Figuren: Ingénieur-géographe sous l'Empire



## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- Au XXème siècle, lors des deux Guerres Mondiales, c'est la photographie aérienne qui prend le pas sur le travail de terrain. Utile à la reconnaissance militaire, les techniques évolueront dès lors très vite afin de satisfaire les besoins des chefs d'opérations recherchant une précision toujours plus détaillée des territoires. La rapidité de sa mise en œuvre et la possibilité de couvrir un large territoire en peu de temps en font donc un atout majeur dans un contexte mondial où l'information géographique devient un avantage stratégique.



• Figure 4 : Vue aérienne d'un fort durant la première guerre mondiale.

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- C'est ensuite la Guerre Froide qui lancera un nouveau défi technologique : la conquête spatiale. C'est ainsi qu'en 1957, le premier satellite artificiel, Spoutnik, est lancé dans l'espace en orbite autour de la Terre. Les données transmises ont servi à une analyse de la propagation des signaux dans l'ionosphère.



Figure : Spoutnik-1 et Vue de la Terre depuis l'espace

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- Dès les années 1970, des programmes d'observation de la Terre depuis l'espace sont lancés, comme par exemple Landsat dont l'objectif principal était le monitoring des ressources naturelles. Depuis de nombreux satellites à des fins de télédétection ont été lancés et permettent une cartographie globale et précise de la surface terrestre.

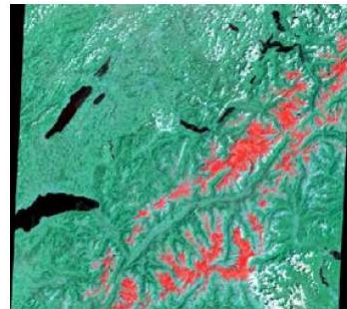


Figure : Scène Landsat des Alpes Suisses (source : [http : //www.npoc.ch](http://www.npoc.ch))

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- La localisation par satellites s'est en bonne partie développée autour du programme NAVSTAR-GPS (Global Positioning System) dès les années 1960 et c'est à partir de 1978 que les premiers satellites GPS sont envoyés dans l'espace par le Département de la Défense des États-Unis. En 1995, la constellation des 24 satellites du GPS est opérationnelle et recouvre l'ensemble de la planète. Dès 2000 des signaux non dégradés sont disponibles pour la communauté civile.

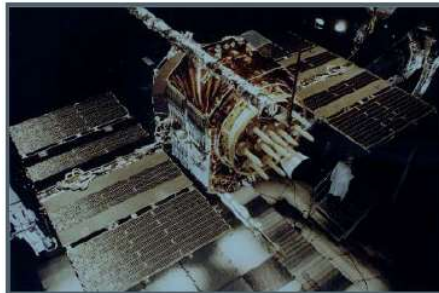


Figure : Satellite appartenant à la constellation du GPS

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

- En 2004 apparaît le logiciel Google Earth. Pourvu des données topographiques rassemblées par la NASA qui sont couplées avec un assemblage de photographies satellitaires ou aériennes, il permet à tout utilisateur de survoler la Terre, de parcourir la surface terrestre et de zoomer sur un lieu de son choix. D'autres globes virtuels, fournissant une couverture globale, sont également disponibles



Figure : Vue 3D des Alpes via Google Earth

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

1960: début de la cartographie assistée par ordinateur

1970: amorces de la télédétection

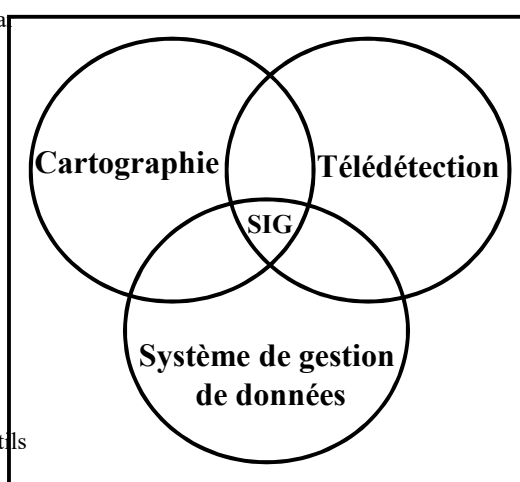
1980: apparition de la micro-informatique, confection de données numériques

1985: début des SIG

1990: développement d'applications

2000: intégration et développement d'outils spécialisés

2005: foisonnement d'applications cartographiques sur le web!



## Historique de la cartographie web

- **1989 - Naissance du www**
  - 1990-Fureteur et serveur web
  - 1991 HTTP
  - 1993 Xerox Parc Mapserver (premier serveur carto)
- **1994 Premier Atlas sur Internet : Le Canada**
  - 1996 Mapquest application cartographique
  - 1996 Geomedia WebMap 1.0 Serveur cartographique avec l'utilisation de données vectorielles
- **1997 UMN MapServer 1.0 Serveur dév. Avec la NASA en Open Source.**
  - 2000 Arc IMS 3.0 1<sup>er</sup> Serveur de cartes d'Esri
  - 2000 Nasa Worldwind Premier globe terrestre virtuel
  - 2004 OpenStreetMap création de carte collaborative
- **2005 Google Map**
  - 2005 Google Earth
- **2005 OpenLayer Interface web Opensource**
  - 2007 MapFish Système d'intégration d'outils pour la création de Sig web
  - 2009 ArcGis Online

(GERMAIN, Mickael, (2013) Note de cours: Système d'information géographique sur le web (GMQ 717). Université de Sherbrooke )

## un peu d'histoire carto/sig...géomatique

### Un héritage culturel

Cette chronologie d'évènements reflète en bonne partie l'évolution des représentations, des technologies et des méthodes employées pour observer et représenter notre environnement. Depuis les premières esquisses cartographiques jusqu'à l'avènement des technologies actuelles, une constante subsiste : transcrire une réalité complexe sur un support permettant une meilleure compréhension de l'espace dans lequel nous vivons. On s'aperçoit que ce sont souvent les conflits armés et les intérêts militaires qui ont donné une impulsion à cette évolution et que ce n'est que récemment que le grand public a accès à des informations cartographiques détaillées et dispose d'un système de localisation précise avec GPS.

## La Cartographie

- Les cartes ont toujours été **d'excellents moyens de communication**.
- Les phénomènes du monde réel sont représentés sur des cartes par **des codes** ou structures qui se veulent **universelles**.
- En fonction de la simplicité de ce codage, la lecture de la carte nécessitera ou non une interprétation des données et permettra au lecteur de comprendre ou d'interpréter le ou les phénomènes qui sont représentés.
- Une carte bien faite permet **une lecture simple et une compréhension claire**.
- Étymologiquement le mot « carte » vient du latin *charta* : papier, dérivé du grec *khartès* : feuille de papyrus. Parmi les nombreuses définitions existantes, nous pouvons citer les suivantes :

## La Cartographie

**Comité français de cartographie** : *la carte est une représentation géométrique conventionnelle, généralement plane, en positions relatives, de phénomènes concrets ou abstraits, localisables dans l'espace. C'est aussi un document portant cette représentation ou une partie de cette représentation sous forme d'une figure manuscrite, imprimée ou réalisée par tout autre moyen.*

**Comité français de cartographie** : *la carte est une représentation géométrique conventionnelle, généralement plane, en positions relatives, de phénomènes concrets ou abstraits, localisables dans l'espace. C'est aussi un document portant cette représentation ou une partie de cette représentation sous forme d'une figure manuscrite, imprimée ou réalisée par tout autre moyen.*

Donc la cartographie est tout à la fois **une science, un art et une technique**. Et la carte, qui en est la finalité tend à se rapprocher de la vérité avec une certaine beauté.

## Carte ?

- Plusieurs définitions...
- Mais on comprend que c'est une représentation graphique, simplifiée et conventionnelle sur un plan, des objets et des phénomènes qui ont lieu ou se manifestent sur ou près de la surface terrestre, et ceci selon un rapport de similitude que l'on qualifie d'« échelle cartographique ».
- Toutes les cartes ont en commun de **représenter une portion de l'espace terrestre.**

...

- Il apparaît à travers les définitions que :
  - La **carte est une représentation graphique, un dessin** : un document visuel respectant des principes et des règles bien définis ;
  - La **carte est une représentation plane (projection)** : elle matérialise le passage de la sphère terrestre à un plan grâce aux systèmes de projection qui présentent tous des imperfections ;

- La **carte est un modèle réduit de la réalité** : elle présente souvent une portion de l'espace concerné avec un rapport de réduction que définit « l'échelle » ;
- La **carte est une représentation simplifiée** : elle utilise une visualisation graphique et avec des figurés conventionnels ou non ;
- La **carte est une représentation conventionnelle** : sa vocation est admise par tous et elle repose sur un langage partagé.

### 1. Caractéristiques d'une carte

La carte doit être telle que le lecteur soit capable d'extraire l'information qui l'intéresse. Pour cela un certain nombre de principes doivent être respectés.

#### 1.2. Qualités d'une carte

**La précision géométrique**, l'exhaustivité, la précision sémantique et la fiabilité sont des qualités internes à la carte. La lisibilité, la sélectivité et l'esthétique sont des qualités externes à la carte, qui font intervenir le lecteur.

La précision géométrique est l'estimation de l'écart entre la position sur le terrain nominal et la position reportée sur la carte. C'est la valeur intrinsèque de la carte où la précision des données (canevas d'appui, échelle des photographies aériennes, précision des appareils de restitution).

## 1. Caractéristiques d'une carte

### 1.2. Qualités d'une carte

**L'exactitude** est la conformité aux spécifications dans la saisie des données. Elle implique le respect des règles de sémiologie, d'écriture cartographique et les spécifications de rédaction et de reproduction.

**L'exhaustivité** est la conformité de la présence ou de l'absence des objets portés sur la carte à une date t par rapport au terrain. D'où l'importance de préciser les dates de saisie, traitements et mises à jour éventuelles.

**La fiabilité** est l'assurance pour l'utilisateur de pouvoir se servir du produit sans mauvaise surprise. La fiabilité est garantie par les limites d'utilisation définies par le concepteur : l'âge des données qui est indiqué par la date de saisie ; mais il faut savoir que cette fiabilité diminue fortement avec le temps, car les informations se périment.

## 1. Caractéristiques d'une carte

### 1.1. Qualités d'une carte

**La lisibilité** est la bonne perception du contenu, qui dépend de l'application des règles de lisibilité, de l'utilisation pertinente des variables de sémiologie graphique, de la qualité du graphisme, de la netteté, du choix adéquat des couleurs et de la qualité de l'impression.

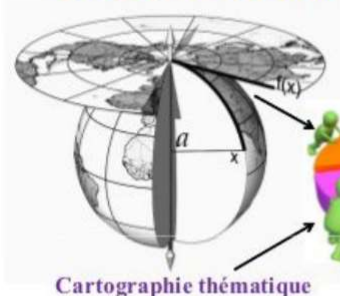
**La sélectivité** est l'aptitude à distinguer les différentes catégories d'objets en fonction de choix fixés pour une série de cartes donnée. Elle dépend de la densité des objets, des niveaux de lecture choisis, du nombre de couleurs et de leur bonne utilisation, ainsi que de la bonne adéquation des règles graphiques avec les objets à signifier.

**L'esthétique** est la capacité à définir un produit agréable et efficace à lire pour l'utilisateur. Elle est fonction de la maîtrise du concepteur face aux techniques cartographiques et de son sens artistique.



## ☐ Branches de la cartographie ?

Cartographie mathématique

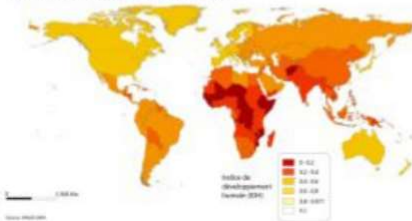


Cartographie topographique

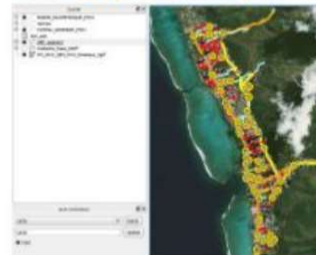


Cartographie thématique

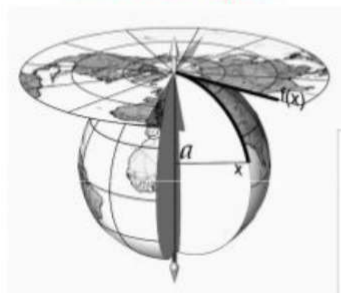
Indice de Développement Humain 2009



Cartographie numérique

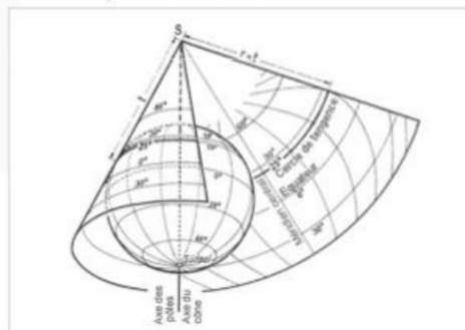


## Cartographie mathématique



## Objet fondamental ?

Représentation de la Terre ou d'une portion de sa surface sur le plan d'une carte.



## Cartographie topographique



### Objet fondamental ?

Localisation et représentation sur une carte, avec plus ou moins de précision, des objets physiques (lacs, ponts, bâtiments, etc.) et du relief topographique.



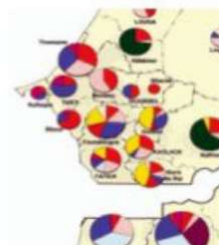
## Cartographie thématique

Indice de Développement Humain 2009



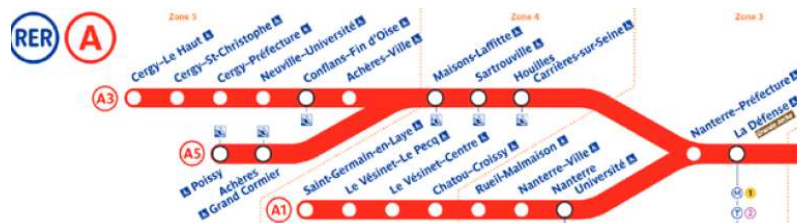
### Objet fondamental ?

Représentation sur une carte des objets et des phénomènes biophysiques ainsi que des phénomènes socioéconomiques.



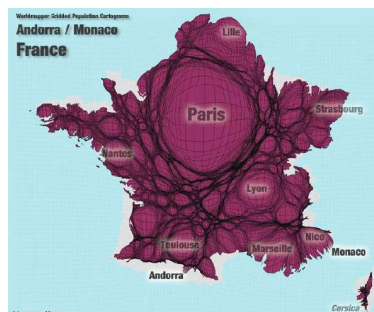
- **Cartes thématiques**

## Les cartes schématiques

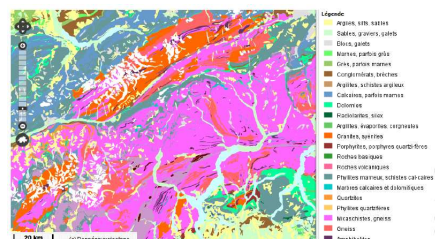


- **Cartes thématiques**

### Les cartogrammes :

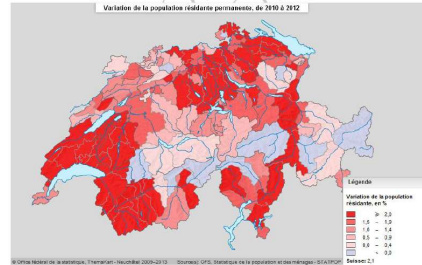


Les carte chorographique :

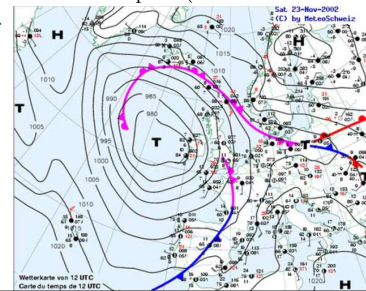


- **Cartes thématiques**

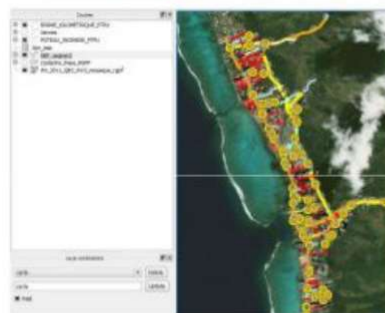
**Une carte choroplèthe :** Elles servent à montrer les variations d'intensité d'un phénomène surfacique.



**Les cartes en courbes :** expriment des différences de valeurs dans l'espace (comme les cartes en plages), mais ici l'information est obtenue sur des points.



## Cartographie numérique



### Dans la littérature,

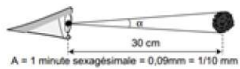




En plus des catégories générales, il y a une typologie plus large concernant les cartes :

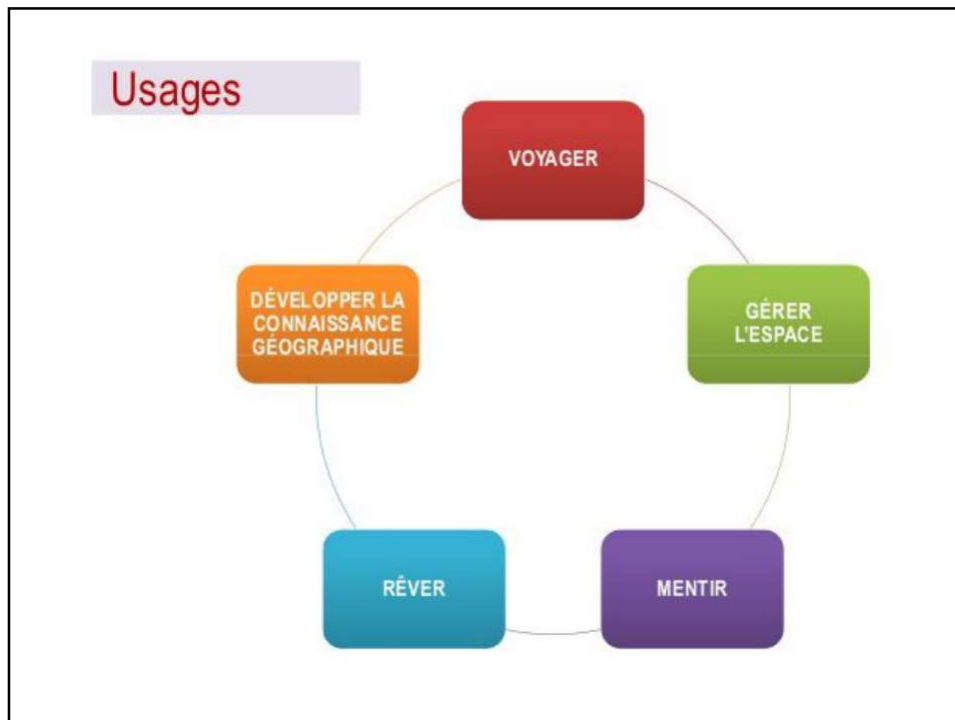
- Cartes d'analyse - Cartes de géoconception et de planification - Cartes temporelles - Tableau de bord et cartes d'état opérationnel - Cartes d'inventaire des réseaux - Cartes statistiques (choroplèthes) - Cartes heuristiques (mentales, cognitive, carte des idées, mind map) - Cartes de points d'intérêt - Cartes en 3D et globes...

### 1.3. Échelle et pouvoir séparateur de l'oeil

On définit l'échelle ou le rapport d'échelle  $E$  comme étant le rapport d'une distance mesurée sur la carte à sa valeur réelle sur le terrain.

$$E = \frac{\text{Distance Carte}}{\text{Distance Terrain}}$$

CONTRAINTES VISUELLES	REPRÉSENTATION GRAPHIQUE
Acuité visuelle de discrimination	
Acuité visuelle d'alignement	
Seuil de perception	Ponctuel : ● 0,2 mm    ■ 0,4 mm    ○ 0,3 mm    □ 0,5 mm △ 1 mm    ~ 0,5 mm    ~ 0,6 mm Linéaire : ——— 0,1 mm
Seuil de séparation	Linéaire :  Ponctuel : 
Seuil de différenciation	Ponctuel : ●    ●    entre 2 paliers le rapport des surfaces doit être au moins de 2 Linéaire :  Traits rapprochés écart d'épaisseur 0,1mm ——— Traits éloignés 0,3 mm minimum



## Sommaire indicatif

- Définitions (cartographie, cartes, typologie, utilité...)
- Le langage cartographique
  - Mode d'implantation des variables visuelles
  - Types de variables visuelles
  - Propriétés des variables visuelles
- (...)





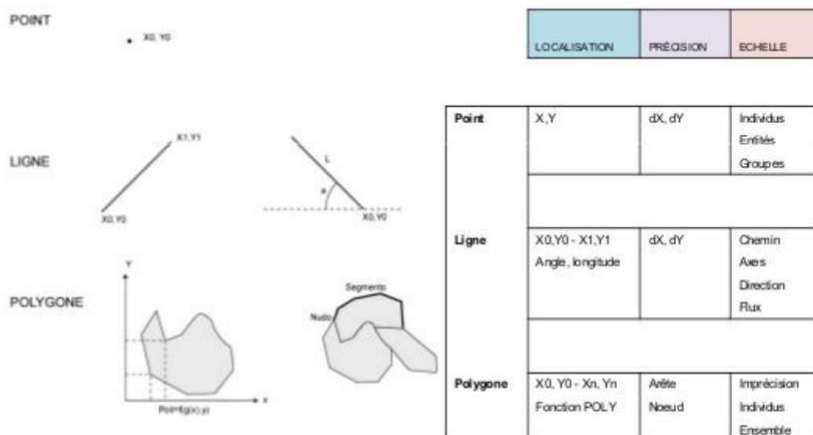
- Qu'est-ce que vous voyez ?
- Comment auriez-vous représenté (cartographié) ce que vous voyez ?

### **Mode d'implantation des variables visuelles**

L'implantation renvoie à la transcription cartographique d'un objet ou d'un phénomène sur un plan à deux dimensions.

Les descripteurs géométriques des objets auxquels les variables s'appliquent se limitent à trois : ... (lesquels ?)

## Trois éléments de base de la représentation graphique



### ❑ Le point

- Permet de localiser des **objets ou des phénomènes peu étendus**, à un endroit précis de l'espace.
- La localisation se fait dans le plan de la carte sur un point, **sans longueur et sans surface**
- Le figuré utilisé **peut varier** de taille, de couleur, de valeur, d'orientation, de grain, de forme
- Le symbole utilisé peut **figuratif** ou **évocateur**.
- **Exemples** : usine, école, arbre, maison, ville, port, gare, case de santé, lieu de culte, un campement, etc.



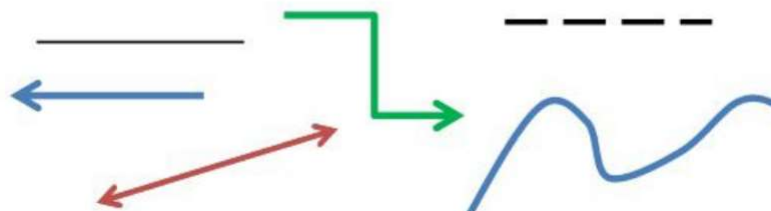
figuratif ou évocateur...

■ □ ▪ ▲ ◇ ○ ● ® © \*, etc.



### □ La **ligne**

- Permet d'implanter des **phénomènes linéaires localisables par une ligne** sur la carte
- Le figuré utilisé **peut varier** de taille (largeur), de couleur, de valeur, d'orientation, de grain, de forme
- **Exemples** : routes, chemin de fer, piste de production, cours d'eau, frontières, etc.



## ❑ La **surface**

- Permet d'implanter des **phénomènes qui s'étendent dans l'espace**
- La zone représentée **varie** de forme, de couleur, de grain, dimension et d'orientation
- **Exemples** : régions, reliefs, productions agricoles, espaces touristiques, espaces urbains, zones d'influence...



## Variables visuelles

TYPE DE DONNÉES	RELATION ENTRE LES DONNÉES	TRANSCRIPTION GRAPHIQUE	VARIABLES VISUELLES
Quantités absolues	proportionnalité	points lignes	taille taille
Quantités relatives	ordre	zones	valeur
Données qualitatives	ordre / hiérarchie	points lignes zones	valeur
	différence / ressemblance	points lignes zones	taille, valeur, grain, couleur, orientation et forme associées

+ d'informations sur : <http://cartographie.sciences-po.fr/fr/node/29>

+ de détails :  
consulter bibliographie

Structure

Dynamique

	<i>Points</i>	<i>Lines</i>	<i>Areas</i>	<i>Best to show</i>
<i>Shape</i>		<i>possible, but too weird to show</i>	<i>cartogram</i>	<i>qualitative differences</i>
<i>Size</i>			<i>cartogram</i>	<i>quantitative differences</i>
<i>Color Hue</i>				<i>qualitative differences</i>
<i>Color Value</i>				<i>quantitative differences</i>
<i>Color Intensity</i>				<i>qualitative differences</i>
<i>Texture</i>				<i>qualitative &amp; quantitative differences</i>

+ d'informations sur : <http://docplayer.fr/3000915-Visualisation-d-information.html>

## Système d'information géographique

### A- Qu'est-ce qu'un SIG?

### B- Les composants d'un SIG

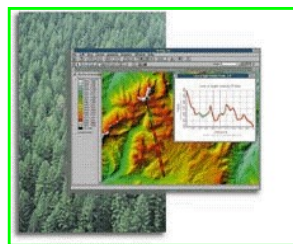
### C- Comment fonctionne un SIG

### D- Les principales fonctions d'un SIG

### E- Les domaines d'application

## La définition d'un SIG

Un SIG est un système de gestion de base de données pour la **saisie**, le **stockage**, l'**extraction**, l'**interrogation**, l'**analyse** et l'**affichage** des **données localisées** (PORNON, H., 1992). Cette définition est orientée vers les besoins des utilisateurs.



Un SIG est un ensemble de **données repérées dans l'espace**, structurées de façon à pouvoir en extraire des synthèses **utiles à la décision** (DIDIER, M., 1990). Cette définition est davantage tournée vers les besoins des décideurs.

UN SIG est un système informatisé **capable de gérer, d'analyser et de représenter des données géographiques sous différentes formes** pour aider les utilisateurs et les décideurs à mieux comprendre des phénomènes d'aménagement, de planification et d'intervention.

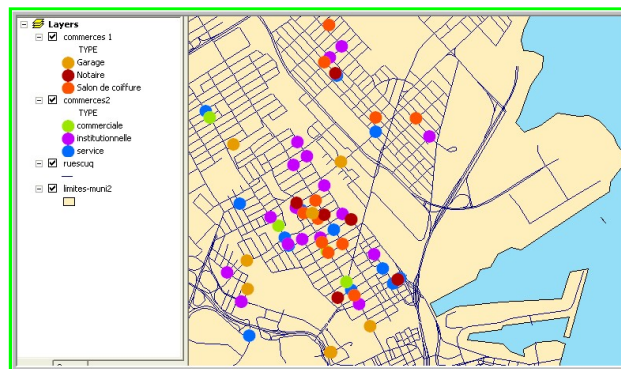
Aujourd'hui, les SIG représentent un marché de plusieurs milliards de dollars dans le monde et emploient plusieurs centaines de milliers de personnes.

**Les SIG sont enseignés dans les écoles, les collèges et les universités du monde entier.**



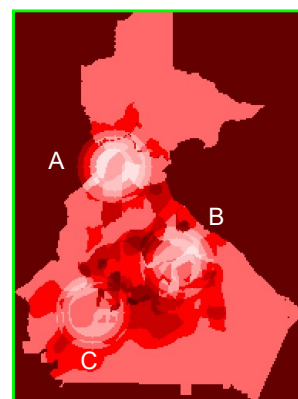
### Avec un SIG, vous pouvez...

- localiser des marchands et leurs concurrents sur une carte;



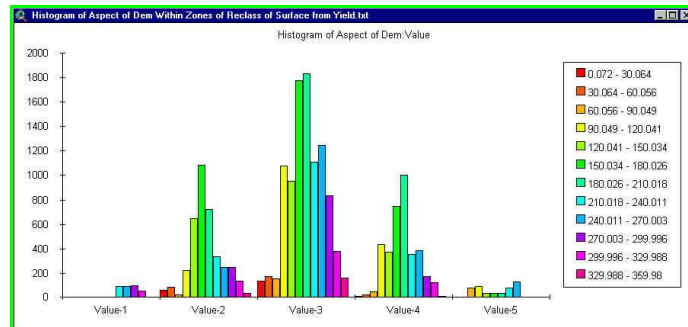
### Avec un SIG, vous pouvez...

- déterminer le meilleur endroit pour établir un nouveau commerce;



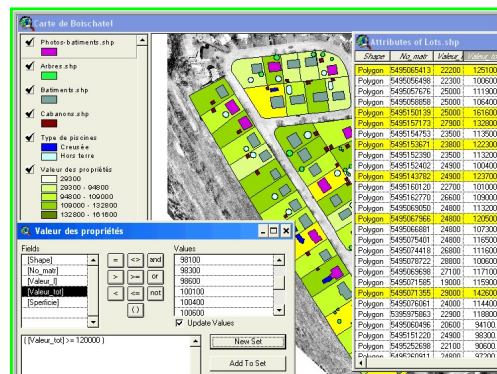
## Avec un SIG, vous pouvez...

- établir des diagrammes qui montrent les relations entre la récolte et l'exposition;



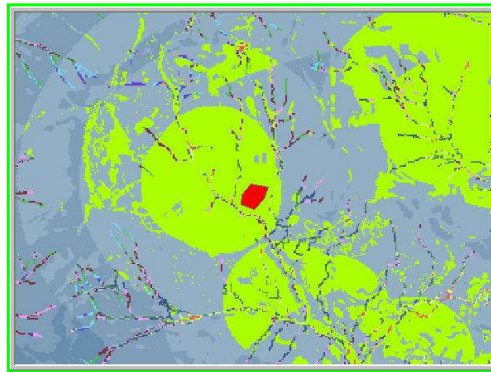
## Avec un SIG, vous pouvez...

- cerner les transactions immobilières;



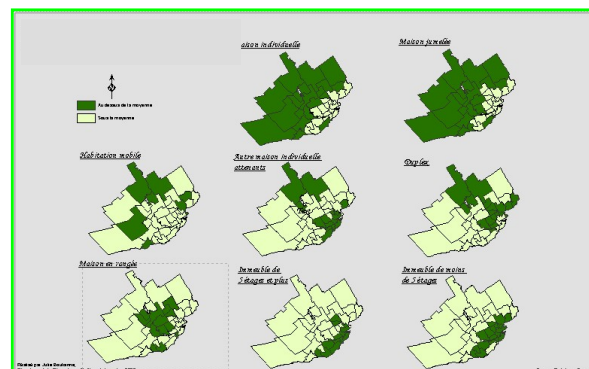
### Avec un SIG, vous pouvez...

- tracer et analyser les territoires de mise en marché;



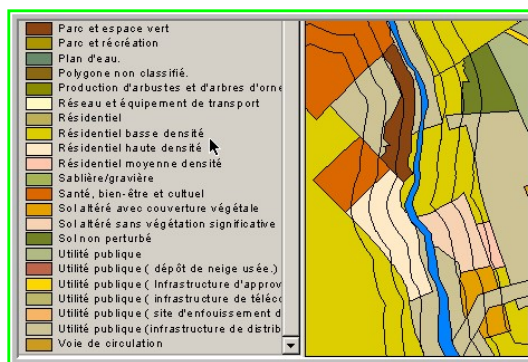
### Avec un SIG, vous pouvez...

- comparer des données d'évolution démographique;



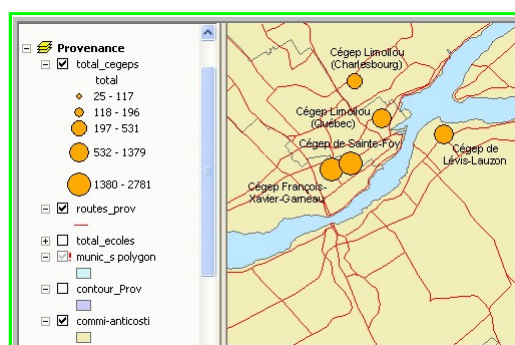
### Avec un SIG, vous pouvez...

- évaluer les liens entre les zones de désastres naturels et les primes d'assurances;



### Avec un SIG, vous pouvez...

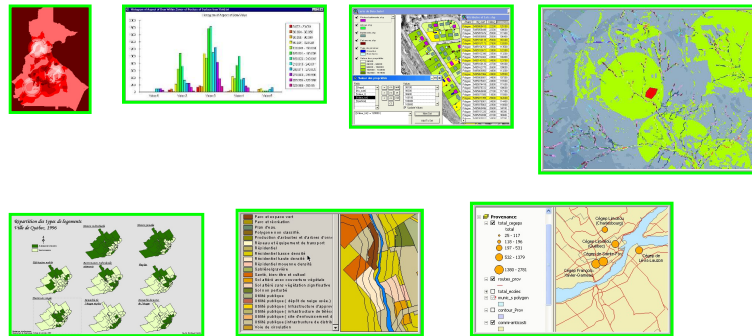
- gérer les informations sur la fréquentation scolaire et la rendre accessible aux décideurs





Même si ces applications sont diversifiées, elles ont toutes quelque chose en commun :

elles traitent toutes de problèmes **à référence spatiale** basés sur des localisations, les caractéristiques de ces localisations et les liens entre ces localisations.



## Système d'information géographique

**A- Qu'est-ce qu'un SIG?**

**B- Les composants d'un SIG**

**C- Comment fonctionne un SIG**

**D- Les principales fonctions d'un SIG**

**E- Les domaines d'application**

Un système d'information géographique est constitué de **5 composants majeurs** :



## Les composants d'un SIG

### 1- Matériel

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



## Les composants d'un SIG

### 2- Logiciels

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



Logiciels les plus utilisés

## Les composants d'un SIG

### Principaux composants logiciels d'un SIG

- Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques
- système de gestion de base de données
- outils géographiques de requête, analyse et visualisation
- interface graphique utilisateur pour une utilisation facile

## Les composants d'un SIG

### 3- Données

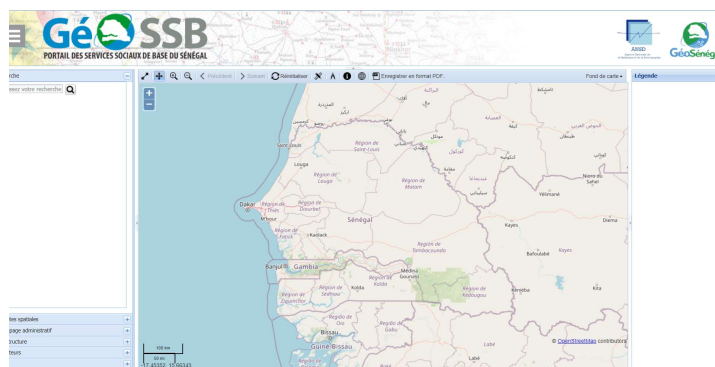
Les données sont certainement les composants les plus importants des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en **interne**, soit acquises auprès de **producteurs de données**.

BaseGéo Sénégal est une base de données géospatiales accessible à tous. Elle contient des ortho-images Alos (format tiff) et des données vectorielles normalisées (formats shapefile et kml) aux échelles 1:50 000, 1:200 000 et 1:1 000 000.

### 3- Données

Les données proposées sur cette plate-forme sont produites dans le cadre d'une mission de service public. L'inscription et l'utilisation de la plate-forme sont gratuites sous réserve d'enregistrer son identité de personne physique ou morale.

- Base Géo : <http://www.basegeo.gouv.sn/>
- Géo répertoire : [www.georep.gouv.sn](http://www.georep.gouv.sn/)
- Plan national géomatique : <http://www.geosenegal.gouv.sn/>
- Visualiseur générique : <http://www.vigeosn.gouv.sn/>



## Les composants d'un SIG

### De quelles données avez-vous besoin ?

Si l'on considère un système d'information géographique comme un moteur, il est essentiel pour qu'il fonctionne de l'alimenter avec un carburant. Dans l'univers des SIG, ce carburant ce sont les **données**.

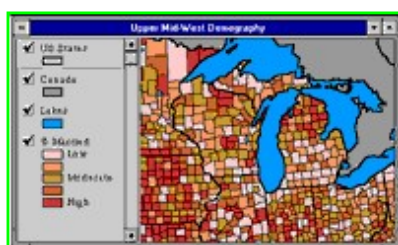
Si vous n'êtes pas familier avec les données cartographiques et les autres bases de données, posez-vous d'abord la question " **Quel est l'usage de ces données et qu'elle en est la finalité ?** »

Nous vous proposons de découvrir ici quelques grands thèmes de données disponibles aujourd'hui sur le marché sachant que de nombreux projets SIG aujourd'hui dans le monde s'appuient sur ces catalogues.

## Les composants d'un SIG

### Les données cartographiques de base

- les routes et autoroutes
- les limites administratives
- les noms de communes
- les cours d'eau
- les espaces verts
- toutes les informations habituelles disponibles sur une carte papier.

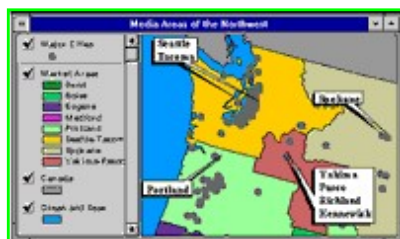


Ces données sont majoritairement disponibles sous la forme raster.

## Les composants d'un SIG

### Les cartes et données sectorielles

- la démographie
- les habitudes de consommation
- les aspects financiers
- la santé
- les télécommunications
- la criminalité
- la sécurité civile
- les entreprises
- le transport



Ces données sont disponibles suivant le cas en format cartographique ou sous forme de données tabulaires.

## Les composants d'un SIG

### Les cartes et données environnementales

- l'environnement
- le climat
- les risques liés à l'environnement
- les images satellitaires
- la topographie et les ressources naturelles



## Les composants d'un SIG

### Les cartes et données de référence mondiales

Elles illustrent une représentation mondiale intégrant les frontières et toutes les informations liées à chaque pays

- Population
- revenus, PIB, économie...

### Où trouver les données dont vous avez besoin ?

- IGN
- Téléatlas
- Geosignal
- INSEE
- Dun & Bradstreet
- divers organismes d'États...

ArcData (ESRI France) vous propose un grand catalogue de données

## Les composants d'un SIG

### 4- 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.

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs, depuis [ceux qui créent et maintiennent les systèmes](#) jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique.

Avec l'avènement des [SIG sur Internet](#), la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons [tous, à des niveaux différents, des utilisateurs de SIG](#).

## **Les composants d'un SIG**

### **5- 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:

- intégrité des données;
- confidentialité des données.

## **Système d'information géographique**

**A- Qu'est-ce qu'un SIG?**

**B- Les composants d'un SIG**

**C- Comment fonctionne un SIG**

**D- Les principales fonctions d'un SIG**

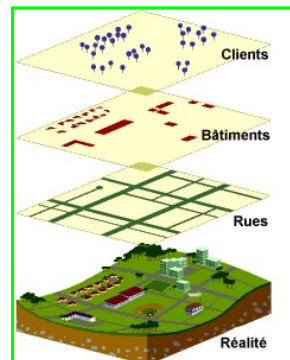
**E- Les domaines d'application**



## Comment fonctionne un SIG ?

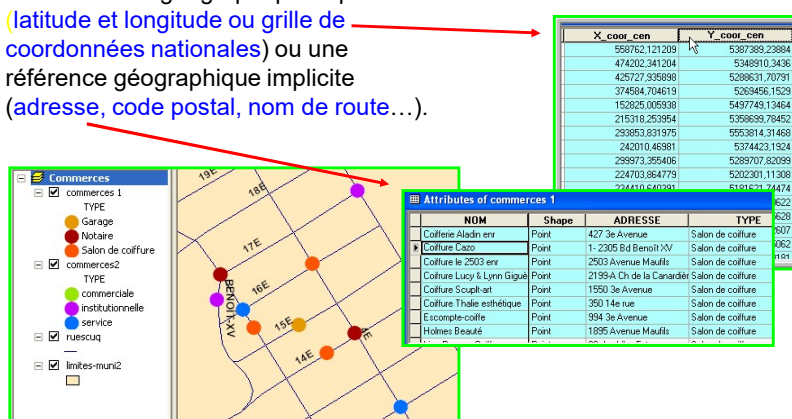
Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de **couches thématiques** pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie.

Ce concept, à la fois simple et puissant, a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.



## Références géographiques

L'information géographique contient soit une référence géographique explicite (latitude et longitude ou grille de coordonnées nationales) ou une référence géographique implicite (adresse, code postal, nom de route...).



## Références géographiques

Le **géocodage**, processus automatique, est utilisé pour transformer les références implicites en références explicites et permettre ainsi de localiser les objets et les événements sur la Terre afin de les analyser.

Attributes of ruescuq					
STREET	FROMLEFT	TOLEFT	FROMRIGHT	TORIGHT	TYPE_ROAD
3E AVENUE	1601	1645	1600	1666	4
3E AVENUE	1507	1595	1508	1596	4
3E AVENUE	1401	1435	1400	1494	4
3E AVENUE	1301	1303	1300	1305	4

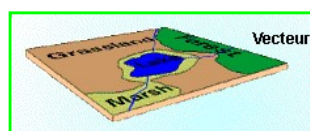
  

Attributes of commerces 1			
NOM	Shape	ADRESSE	TYPE
Coifferie Aladin enr	Point	427 3e Avenue	Salon de coiffure
Coiffure Cazo	Point	1- 2305 Bd Benoit XV	Salon de coiffure
Coiffure le 2503 enr	Point	2503 Avenue Maufrils	Salon de coiffure
Coiffure Luey & Lynn Sigua	Point	2190 A. Ch. de la Casardie	Salon de coiffure
Coiffure Sculpt-art	Point	1550 3e Avenue	Salon de coiffure
Coiffure Traite esthétique	Point	330 14e rue	Salon de coiffure
Escompte-coiffe	Point	994 3e Avenue	Salon de coiffure
Holmes Beauté	Point	1895 Avenue Maufrils	Salon de coiffure

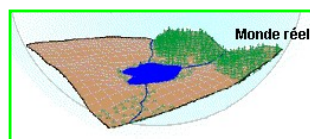
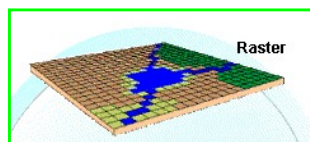
Record: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50  
Show: All Selected Records (1 out of 48 Selected.)

## Modèles de données vecteurs et raster

Dans le **modèle vecteur**, les informations sont regroupées sous la forme de coordonnées x, y.



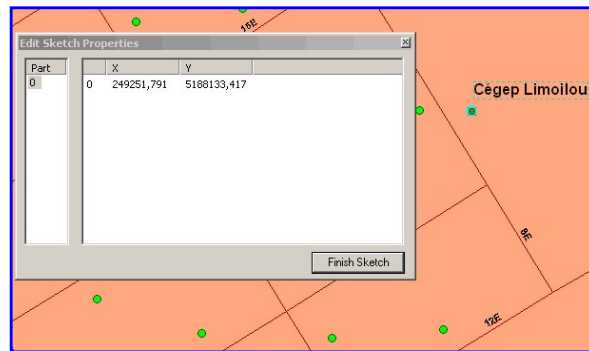
Le **modèle raster**, quant à lui, est constitué d'une matrice de points pouvant tous être différents les uns des autres.



## Modèles de données vecteurs

### Éléments ponctuels

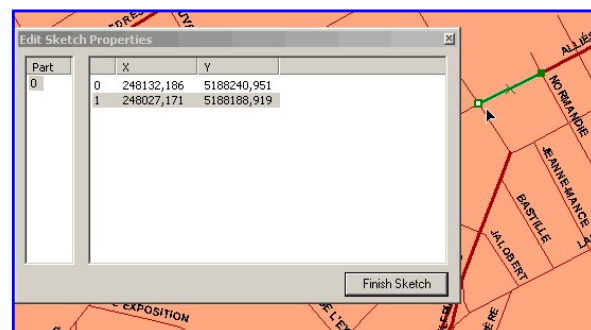
Les objets de type ponctuel sont dans ce cas représentés par un simple point.



## Modèles de données vecteurs

### Éléments linéaires

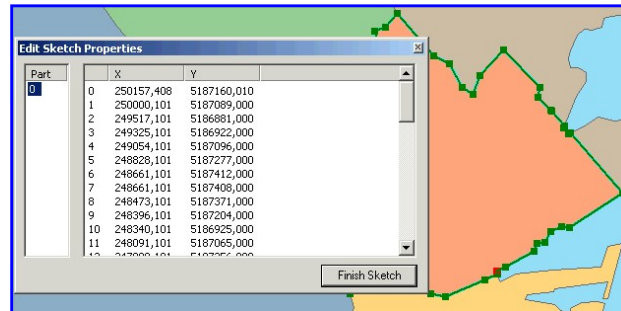
Les objets linéaires (routes, fleuves...) sont, eux, représentés par une succession de coordonnées x,y.



## Modèles de données vecteurs

### Éléments polygonaux

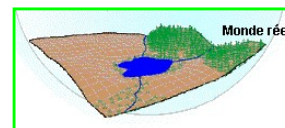
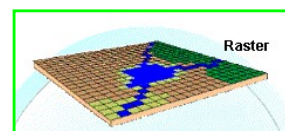
Les objets polygonaux (territoire géographique, parcelle...) sont, quant à eux, représentés par une succession de coordonnées délimitant une surface fermée.



## Modèles de données raster

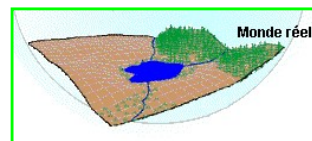
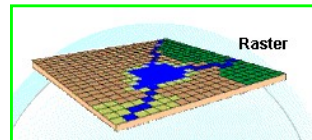
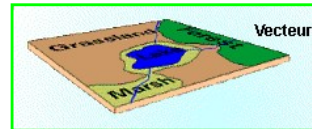
Le modèle raster, quant à lui, est constitué d'une matrice de points pouvant tous être différents les uns des autres.

Il s'adapte parfaitement à la représentation de données variables continues telles que la nature d'un sol.



## Modèles de données vecteurs et raster

Chacun de ces deux modèles de données dispose de ses avantages. Un SIG moderne se doit d'exploiter simultanément ces deux types de représentation.



## Système d'information géographique

**A- Qu'est-ce qu'un SIG?**

**B- Les composants d'un SIG**

**C- Comment fonctionne un SIG**

**D- Les principales fonctions d'un SIG**

**E- Les domaines d'application**

## Les principales fonctions d'un SIG

### Saisie

Avant d'utiliser des données papier dans un SIG, il est nécessaire de les **convertir dans un format informatique**. Cette étape essentielle depuis le papier vers l'ordinateur s'appelle **numérisation**.

Le **balayeur optique** permet de convertir les documents papiers ou films en format matriciel couleur ou monochrome.



## Les principales fonctions d'un SIG

### Saisie

Les SIG modernes sont capables d'automatiser complètement ces tâches pour des projets importants en utilisant la technologie **des scanneurs**.



D'autres projets moins importants peuvent se contenter d'une phase de **numérisation manuelle** (table à numériser). Aujourd'hui, de nombreuses données géographiques sont disponibles dans des formats standards lisibles par les SIG.

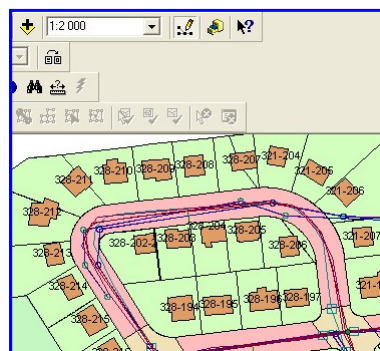
Ces données sont **disponibles auprès de producteurs de données** et peuvent être directement intégrées à un SIG.

## Les principales fonctions d'un SIG

### Manipulations

Les sources d'information (comme celles décrites précédemment) peuvent être d'origines très diverses.

Il est donc nécessaire de les harmoniser afin de pouvoir les exploiter conjointement (c'est le cas des échelles, du niveau de détail, des conventions de représentation...)

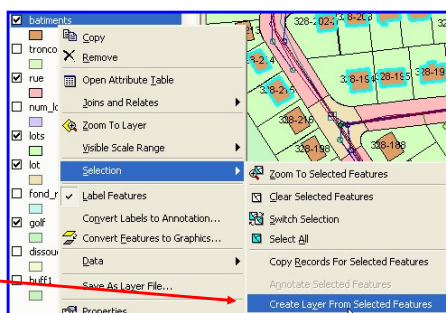


## Les principales fonctions d'un SIG

### Manipulations

Les SIG intègrent de nombreux outils permettant de manipuler toutes les données pour les rendre cohérentes et ne garder que celles qui sont essentielles au projet.

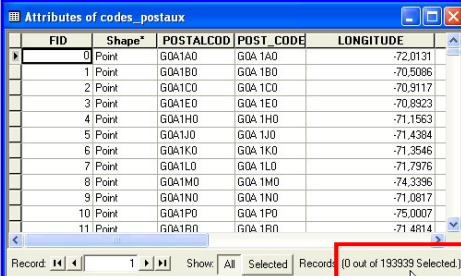
Ces manipulations peuvent être temporaires ou bien être permanentes pour assurer alors une cohérence définitive des différentes sources de données.



## Les principales fonctions d'un SIG

### Gestion

Si, pour les petits projets, il est envisageable de stocker les informations géographiques comme de simples fichiers, il en est tout autrement quand le **volume de données** grandit et que le nombre d'utilisateurs de ces mêmes informations devient important.

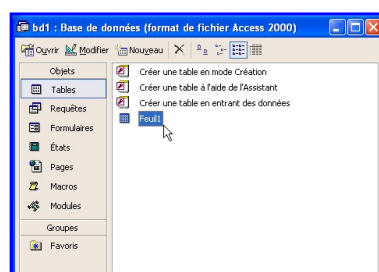


FID	Shape*	POSTALCODE	POST_CODE	LONGITUDE
0	Point	G0A1A0	G0A1A0	-72.0131
1	Point	G0A1B0	G0A1B0	-70.5086
2	Point	G0A1C0	G0A1C0	-70.9117
3	Point	G0A1E0	G0A1E0	-70.8923
4	Point	G0A1H0	G0A1H0	-71.1563
5	Point	G0A1J0	G0A1J0	-71.4384
6	Point	G0A1K0	G0A1K0	-71.3546
7	Point	G0A1L0	G0A1L0	-71.7976
8	Point	G0A1M0	G0A1M0	-74.3396
9	Point	G0A1N0	G0A1N0	-71.0817
10	Point	G0A1P0	G0A1P0	-75.0007
11	Point	G0A1R0	G0A1R0	-71.4814

## Les principales fonctions d'un SIG

### Gestion

Dans ce cas, il est essentiel d'utiliser un SGBD (Système de Gestion de Bases de Données) pour faciliter le stockage, l'organisation et la gestion des données. Un SGBD n'est autre qu'un outil de gestion de la base de données.





## Les principales fonctions d'un SIG

### Gestion

Il existe de nombreux types de SGBD, mais en système d'information géographique, le plus utilisé est le **SGBDR** (Système de Gestion de Bases de Données Relationnel).

Les données y sont représentées sous la forme de **tables utilisant certains champs comme lien**.

Cette approche qui peut paraître simpliste offre une souplesse et une flexibilité sans équivalent permettant aux SIG de s'adapter à tous les cas.

**Attributes of commi\_scolaire\_francophone\_CS**

commi_scolaire_francophone_CS	commi_scolaire_francophone.CODE_CS	commi_scolaire
C.s. au Coeur des Vallées	773000	
C.s. de Charlevoix	763000	
C.s. de Kamouraska-Rivière-du-Loup	714000	
C.s. de L'Amiante	822000	
C.s. de l'Énergie	742000	
C.s. de l'Écluse	791000	
C.s. de l'Île-des-Bois	784000	
C.s. de la Baie-James	801000	
C.s. de la Rivière-Éthévin	872000	

**Attributes of Sum\_clienttotal04**

OID	CS	Count_CS	Sum_Total
0		6	47
1	C.s. au Coeur des Vallées	2	10
2	C.s. de Charlevoix	2	18
3	C.s. de Kamouraska-Rivière-du-Loup	1	15
4	C.s. de L'Amiante	4	70
5	C.s. de l'Énergie	7	76
6	C.s. de l'Écluse	6	50
7	C.s. de l'Île-des-Bois	5	49
8	C.s. de la Baie-James	3	21
9	C.s. de la Rivière-Éthévin	13	400
10	C.s. de la Capitale	23	1500
11	C.s. de la Péninsule	12	210

## Les principales fonctions d'un SIG

### Interrogation et analyse

Disposant d'un SIG, vous allez pouvoir commencer par poser des questions simples telles que :

- À qui appartient cette parcelle ?
- Lequel de ces deux points est le plus loin ?
- Où sont les terrains utilisables pour une industrie ?
- Quels sont les terrains disponibles pour construire de nouvelles maisons ?

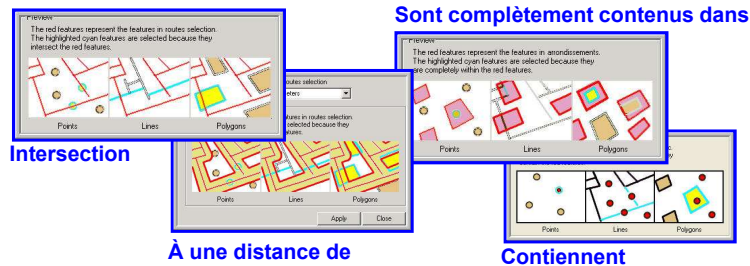
Et des questions intégrant une analyse, comme par exemple :

- Quels sont les sols adaptés à la plantation de chênes ?
- Si je construis une autoroute ici, quel en sera le trafic ?

## Les principales fonctions d'un SIG

### Interrogation et analyse

Les SIG procurent à la fois des outils simples d'interrogation et de puissantes solutions d'analyse accessibles à tous les publics.



Les SIG modernes disposent de nombreux et puissants outils d'analyse, mais **deux** d'entre eux apparaissent comme particulièrement essentiels :

## Les principales fonctions d'un SIG

### L'analyse de proximité

- Combien existe-t-il de maisons dans une zone de 100 mètres de part et d'autre de cette autoroute ?
- Quel est le nombre total de clients dans un rayon de 10 km autour de ce magasin ?

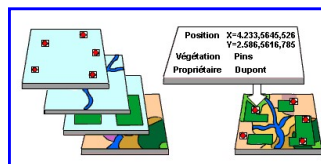


## Les principales fonctions d'un SIG

### Analyse spatiale

L'intégration de données au travers des différentes couches d'information permet d'effectuer une analyse spatiale rigoureuse.

Cette analyse par **croisement d'information**, si elle peut s'effectuer visuellement (à l'identique de calques superposés les uns aux autres), nécessite souvent le croisement avec des informations alphanumériques.



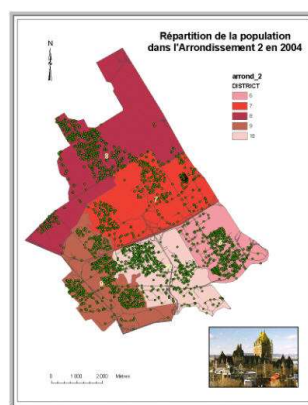
Croiser la nature d'un sol, sa déclivité, la végétation présente avec les propriétaires et les taxes payées est un exemple d'analyse sophistiquée que permet l'usage d'un SIG.

## Les principales fonctions d'un SIG

### Visualisation

Pour de nombreuses opérations géographiques, la finalité consiste à bien visualiser des cartes et des graphiques. **Une carte vaut mieux qu'un long discours**. La carte est, en effet, un formidable outil de synthèse et de présentation de l'information.

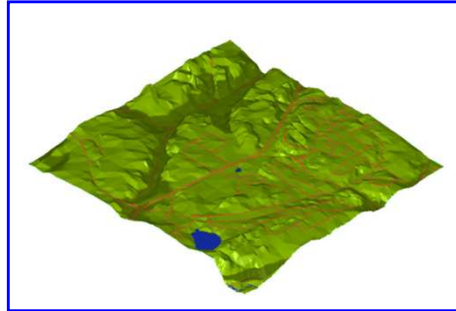
Les SIG offrent à la cartographie moderne de nouveaux modes d'expression permettant d'accroître de façon significative son rôle pédagogique.



## Les principales fonctions d'un SIG

### Visualisation

Les cartes créées avec un SIG peuvent désormais facilement intégrer des rapports, des [vues 3D](#), des images photographiques et toutes sortes d'éléments multimédias.



## Système d'information géographique

- A- Qu'est-ce qu'un SIG?
- B- Les composants d'un SIG
- C- Les principales fonctions d'un SIG
- D- Comment fonctionne un SIG
- E- Les domaines d'application**

### **Les domaines d'application**

<b>Gestion de l'État</b>	<b>Commerce et finance</b>
<b>Environnement</b>	<b>Média</b>
<b>Recherche</b>	<b>Commerce de détail</b>
<b>Éducation</b>	<b>Énergie</b>
<b>Prévention et sécurité</b>	<b>Foresterie</b>
<b>Défense</b>	<b>Exploitation minière</b>
<b>Transports</b>	<b>Ressources naturelles</b>
<b>Télécommunications</b>	<b>Services d'urgence</b>
<b>Santé</b>	<b>Bibliothèques et musées</b>
<b>Agriculture</b>	
<b>Immobilier</b>	
<b>Assurances</b>	

