



« 80 % des données existantes ont une composante géographique »

Modélisation des connaissances géographiques

- 1 – Introduction aux SIG
- 2 – Introduction au Géoweb
- 3 – Relations spatiales
- 4 – Principes de modélisation des CG
- 5 – Langages
- 6 – Conclusions

1 – Introduction aux SIG

- 1.1 – Modélisation des objets géographiques
- 1.2 – Acquisition des données
- 1.3 – Supports de sortie
- 1.4 – Requêtes spatiales
- 1.5 – Conclusions

1.1 – Modélisation des objets géographiques

- Objets discrets
 - Généralement modélisés par leurs contours
 - Problème du modèle mathématique à appliquer : Point, ligne, surface, volume
- Modélisation des attributs
- Phénomènes continus
 - Modélisés comme champs continus

Modélisation des objets géographiques

- Domaines d'application
- Positionnement à la surface de la terre
- Caractéristiques des données géographiques et cartographie
- Outils de modélisation des données

Domaines d'application

- en milieu urbain
- en aménagement
- gestion de l'espace rural et forestier
- milieu littoral et maritime
- infrastructures de transports
- ressources minières et industrie
- pour les sciences de la terre
- archéologie
- gestion de grandes propriétés
- etc.

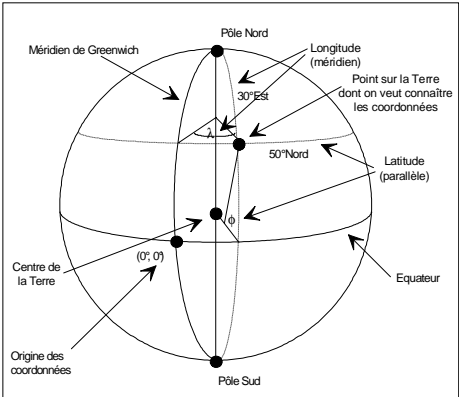
Positionnement

- Géodésie
- Les coordonnées
- Projections du globe terrestre

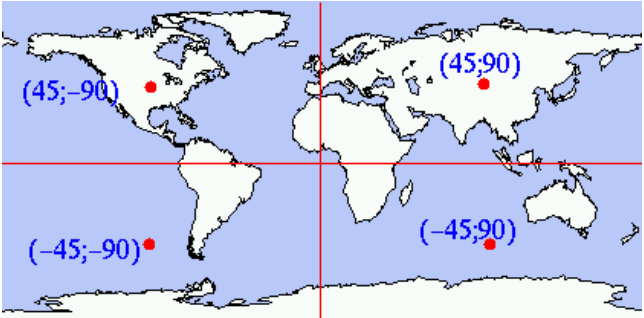
Géodésie

- La terre n'est pas tout à fait ronde
 - ellipsoïde
 - altitude
 - géoïde

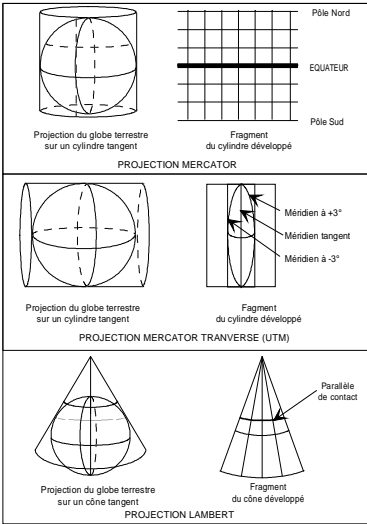
Coordonnées



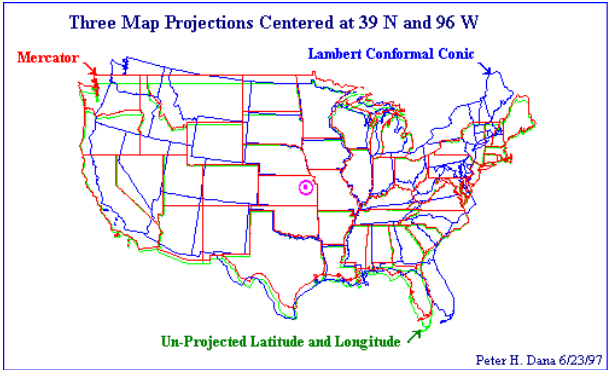
Centre des coordonnées



Projections du géoïde



Déformations selon les projections

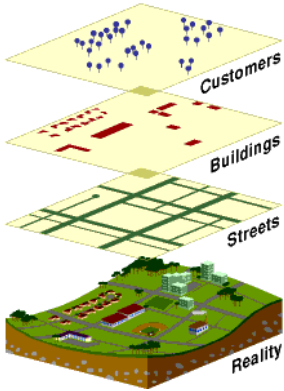


Déformations selon les projections

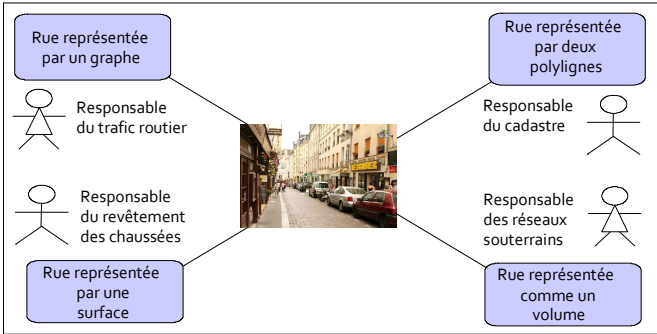


Le Goenland semble grand comme l’Afrique
alors qu’il lui est 14 fois plus petit !!

Couches de données



Multiplicité des représentations



Modèles du monde réel

Modèle de l'OpenGIS

- Consortium de sociétés, de centres de recherches et d'administration
- Interopérabilité des applications géographiques
- Propositions de normalisations
- <http://www.opengis.org>

Modèle de l'OpenGIS

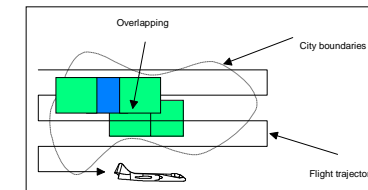
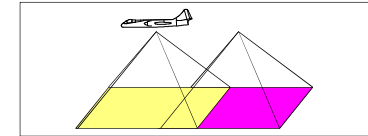
1.2 – Acquisition des données

- Levés topographiques
- Photos aériennes
- Images satellitaires
- GPS
- Digitalisation
- Scannage de plans
- Import de fichiers

Théodolite



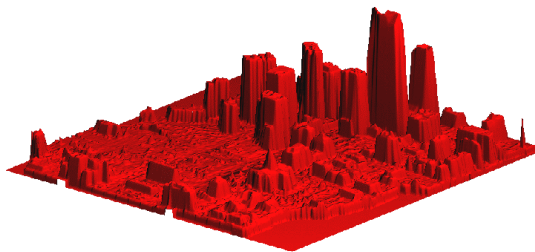
Photos aériennes



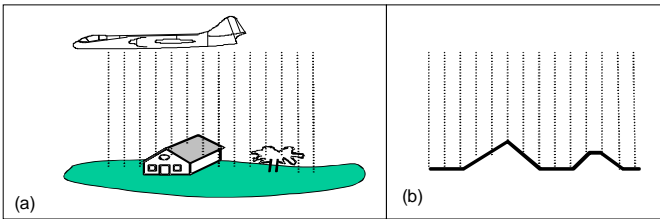
Photos aériennes Caractéristiques

- altitude : de 5 00 à 3 000 mètres
- taille des photos 23 cm × 23 cm
- Echelle du 1:3 000 au 1:25 000
- paire de photos ==> relief
- Parallaxe ==> détermination des altitudes
- Photo-interprétation
- Mosaïquage et Orthophotos (exemples)

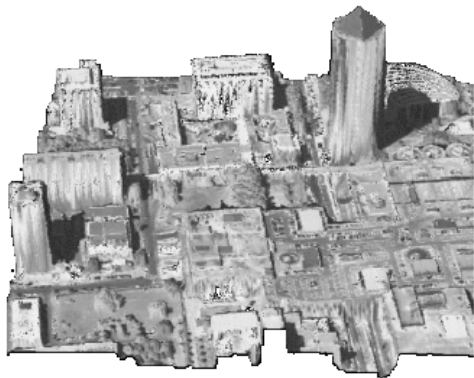
Laser range scanning



Principe

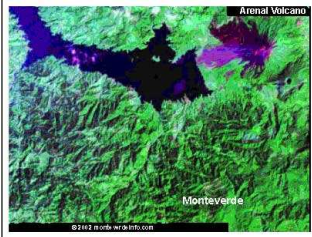


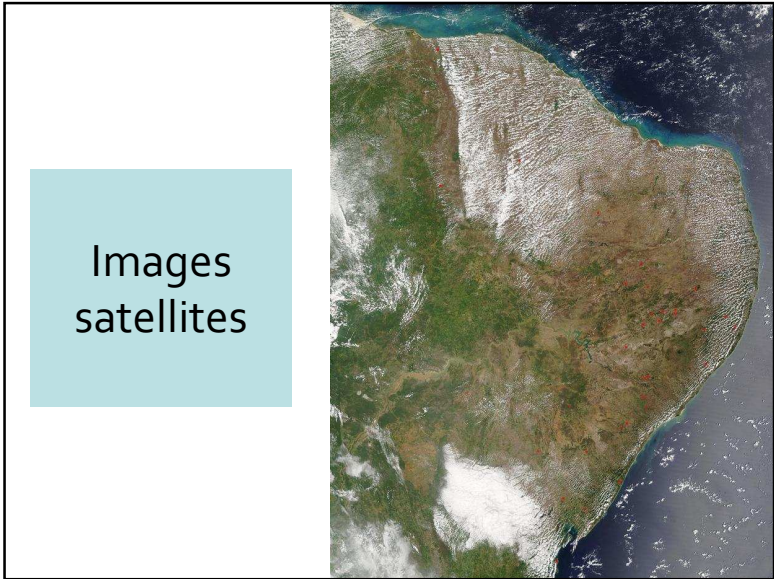
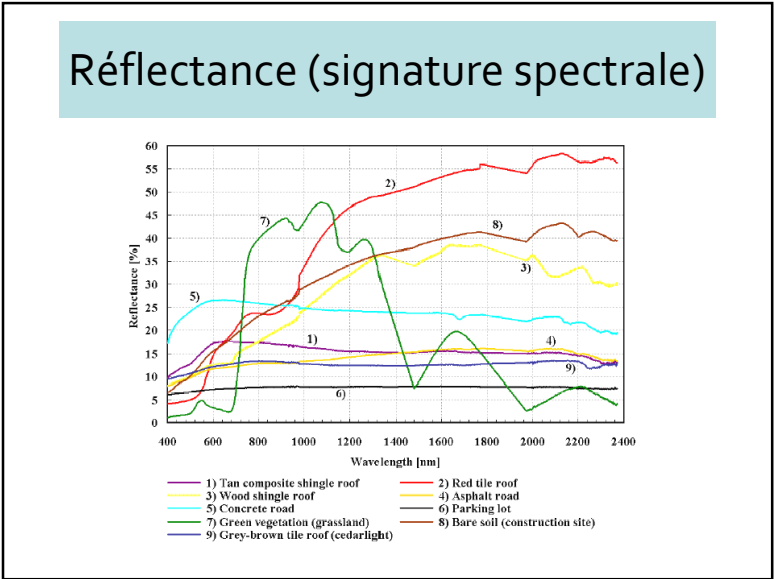
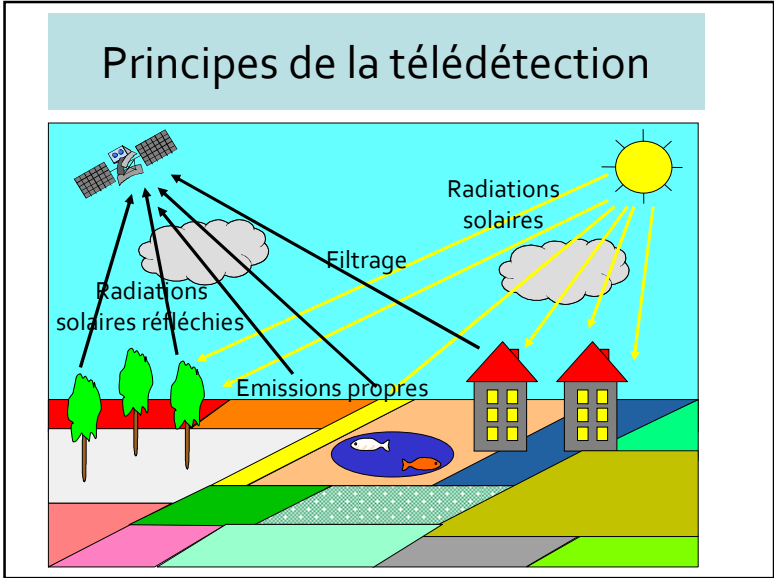
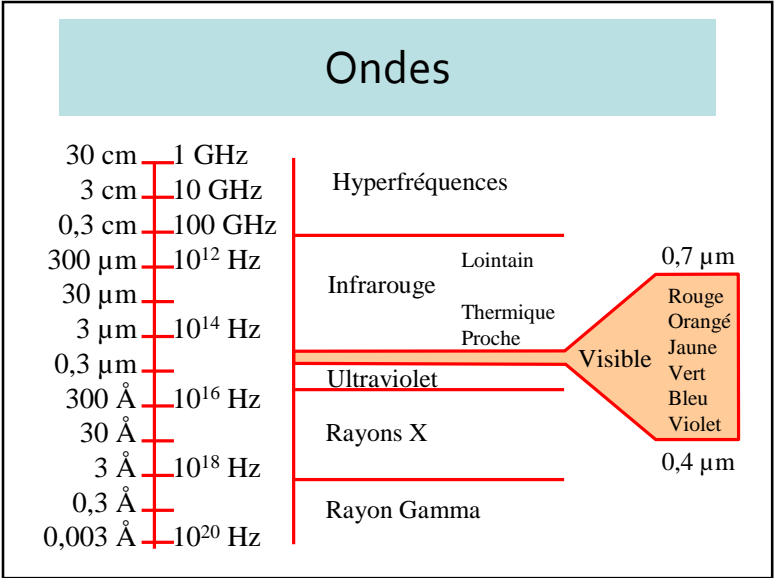
La Part-Dieu




3D modeling
City of Lyon

Images satellite



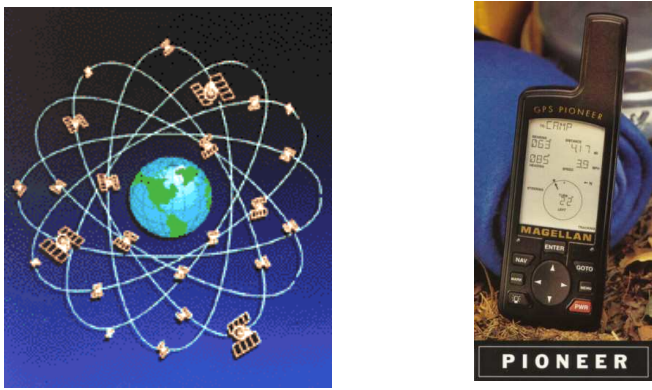


Ikonos



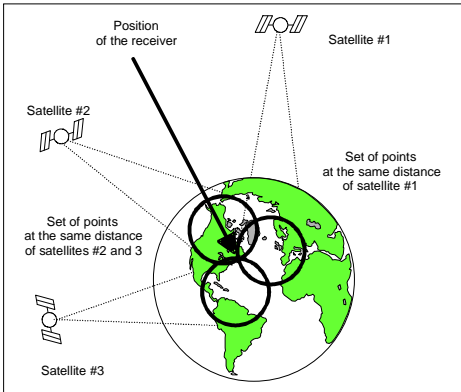
The top image shows the Ikonos satellite in orbit above Earth. The bottom image is a high-resolution satellite photograph of the Pentagon, with a small '2' in the bottom left corner.

Global Positioning System



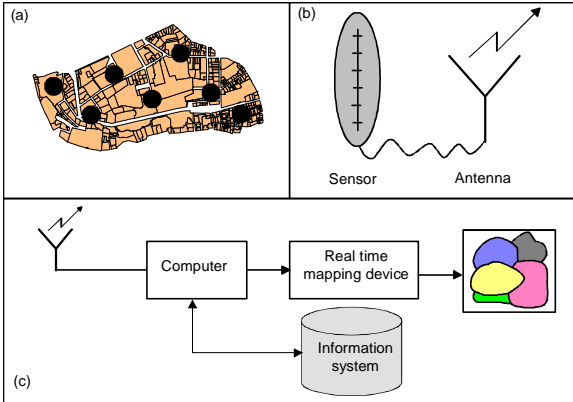
The left image shows a diagram of the GPS constellation with satellites orbiting Earth. The right image shows a Pioneer GPS receiver device.

Principes de GPS



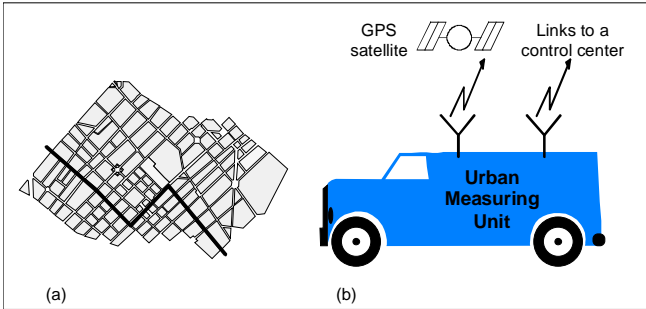
The diagram illustrates the principle of GPS. It shows three satellites (Satellite #1, #2, #3) and a receiver on Earth. Concentric circles represent the range from each satellite. The intersection of the circles from satellites #2 and #3 is labeled 'Set of points at the same distance of satellites #2 and 3'. The intersection of the circle from satellite #1 and this set is labeled 'Set of points at the same distance of satellite #1'. The final intersection point is labeled 'Position of the receiver'.

Mesures par capteurs fixes

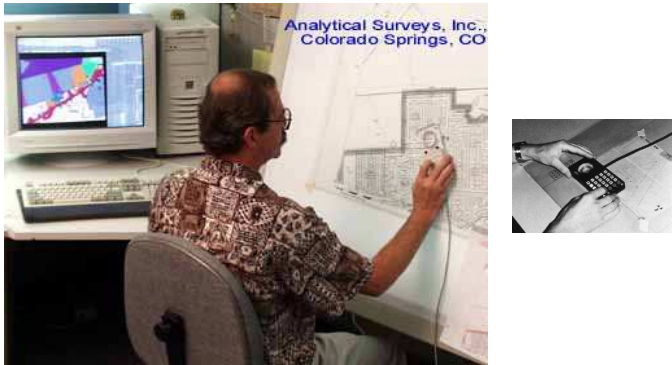


The diagram shows a system for fixed sensor measurements. (a) shows a 3D model of a building with sensors. (b) shows a sensor connected to an antenna. (c) shows a flowchart: a signal from the antenna goes to a 'Computer', which is connected to a 'Real time mapping device' and an 'Information system' (database). The 'Real time mapping device' outputs a map.

Mesures par capteurs mobiles



Digitalisation



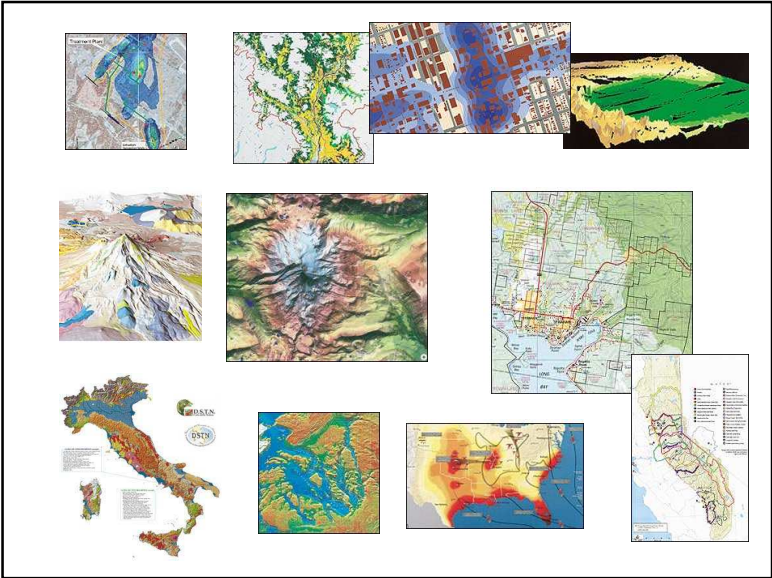
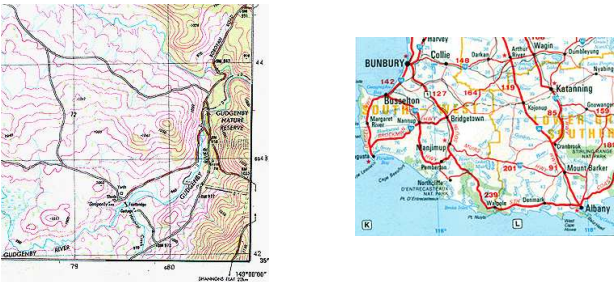
Scannage de plans

Segments originaux	
Apparence après scannage (Format raster)	
Après squelettisation et vectorisation (format vecteur)	

1.3 – Supports de sortie

- Différents périphériques
- Niveau interactivité
- Sémiologie graphique

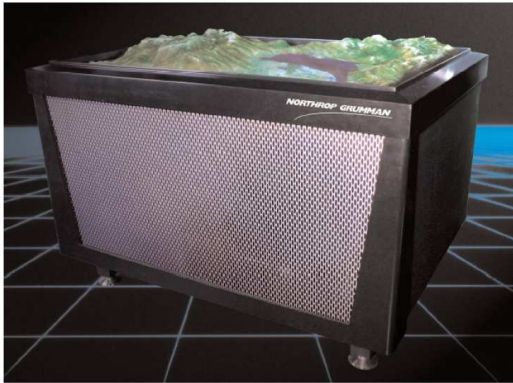
Exemples



Salle de contrôle NASA



Génératrice de maquettes de terrain



<http://www.touchtable.nl>

Interface tangible de Geodan



http://www.geodan.nl/uk/project/virtual_maquette/HPCfeb05_small.wmv

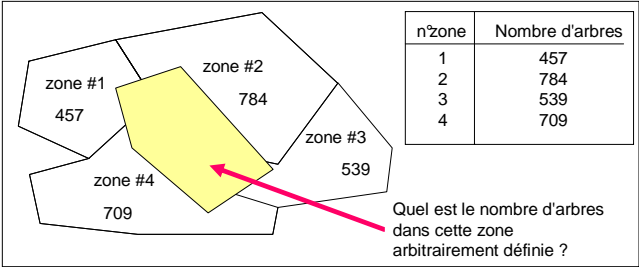
1.4 – Requêtes spatiales

- Exemple de requêtes spatiales
- Requêtes spatiales élémentaires.
- Requêtes d'analyse spatiale
- Requêtes topologiques

Exemple de requêtes spatiales

- Qui y a-t-il en ce point ?
- Qui y a-t-il dans cette zone ?
- Quel est le meilleur chemin de Lisbonne à Varsovie ?
- Quels sont les pays frontaliers de l’Autriche ?
- Quels sont les départements traversés par la Garonne ?
- Quel est l’endroit le plus pollué ?

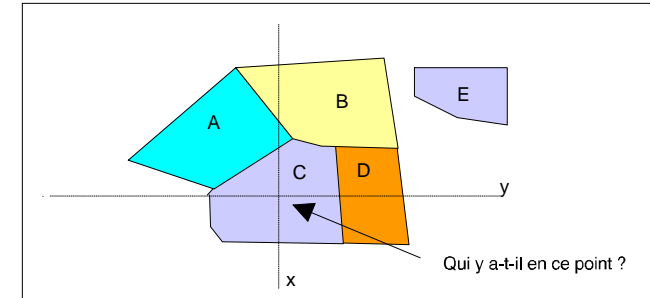
Exemple de requête spatiale



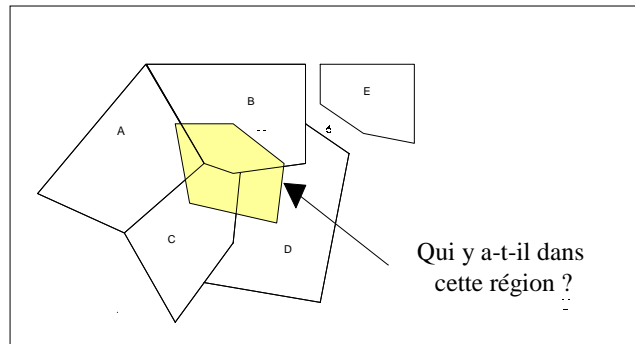
Requêtes spatiales élémentaires

- Requête de point
- Requête de ligne
- Requête de région
- Requête de région tridimensionnelle
- Délimitation de zones tampon

Requête ponctuelle



Requête de région



Requêtes d'analyse spatiale

- Recherche d'un point optimal
- Cheminement
- Découpages de zones

Requêtes topologiques

- Requêtes sur le positionnement et le voisinage des objets
- "touche", "intersecte", etc.
- Objet A :
 - intérieur : A°
 - extérieur : $\neg A$
 - frontière : δA

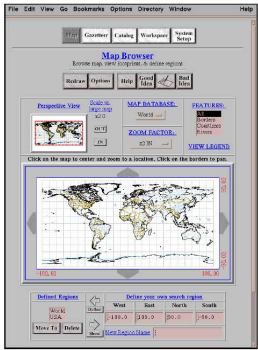
1.5 – Conclusions

- 80 % des informations dans le monde ont une composante spatiale
- Les BD géographiques parmi les plus grosses du monde
- Infrastructures de données
- Elargissement à d'autres domaines d'application
 - Géomarketing
 - Gestion de bâtiment, de grandes propriétés
 - Location-Based Services
 - Systèmes d'information pervasifs

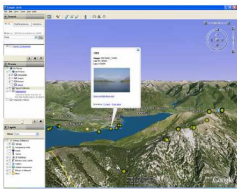
2 – Introduction au GeoWeb

- 2.1 – Web sémantique/géographique
- 2.2 – Geocoding, Geonaming, Geoparsing et Geotagging
- 2.3 – Principes de la recherche d'informations géographiques sur Internet
- 2.4 – Conclusions

Evolution



Après 1990 →



Depuis 2005 →

Evolution



Après 1990 →
Données spatiales structurées



Depuis 2005 →
Données spatiales non-structurées

GeoWeb

- GeoWeb est un néologisme qui implique la fusion d'informations basées sur la localisation, avec celles plus abstraites qui dominant Internet
- Question prototypique « **qui y a-t-il ici ?** »
- ➔ trouver sur Internet toutes les informations relatives à un lieu

GeoWeb

- Localisation intelligente
- Usage d'Internet
- Toponymes ➔ localisation sur le globe
- Adresse postale ➔ localisation sur le globe
- Relations de localisation
- Gazetteer = répertoire de noms de lieux

2.2 – GeoCoding, GeoNaming GeoParsing et GeoTagging

- GeoCoding
 - Trouver les coordonnées d'un lieu
- GeoNaming
 - Affecter un nom à un lieu
- GeoParsing
 - A partir d'un texte, retrouver le ou les lieux correspondants
 - Parfois des ambiguïtés
- GeoTagging
 - Annoter un lieu sur une carte

GeoCoding

- Affecter les coordonnées à un lieu généralement par longitude et latitude
- Deux représentations
 - degrés, minutes, secondes (*gg°mm'ss"*)
 - degrés décimaux (*gg,ddd*)

$$ddd=mm/60+ss/3600$$

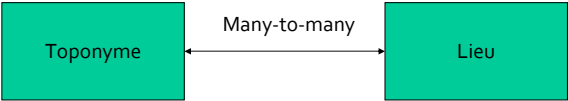
- Dans certains cas : interpolation des adresses postales
 - Interpolation linéaire à partir des numéros dans les rues

GeoNaming

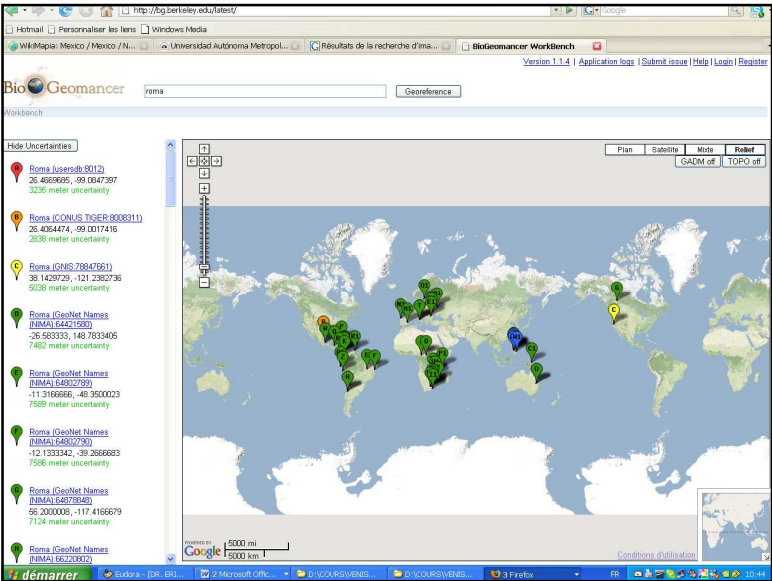
- Des coordonnées au nom de lieu
- Définition du lieu
 - Point, ligne, zone
 - Problèmes de linguistique
 - Problèmes multilingues
- Quel nom ?
 - Celui dans la langue officielle du pays
 - Celui dans la langue de l'utilisateur
 - Celui dans la langue du système d'exploitation

GeoParsing

- Analyser un texte pour localiser



- Exemple : Rhône (fleuve ou département ?)
- Exemple : Roma



GeoParsing : 3 définitions

- Toponyme → localisation
 - Où se trouve le Campus de la Doua ?
- Relation avec un toponyme → localisation
 - A 15 Km au sud-est de Lyon
- Analyse de texte → localisation
 - Bible, textes historiques, etc.

Instruments

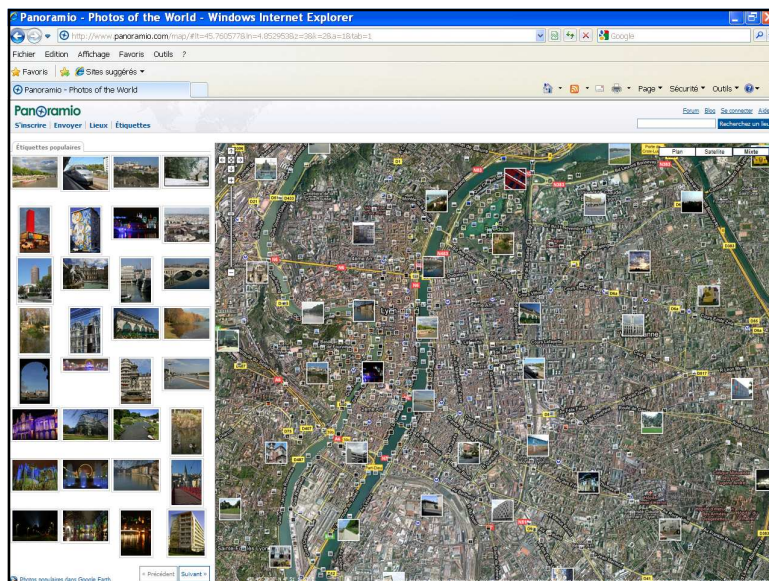
- Annuaire de toponymes = Gazetteers
- Dictionnaires multilingues
 - Venezia, Venice, Venise, Venecia, Venedig, Benetke, Benátky... etc.

Transformer un texte en carte

- Autres applications
 - Reconstruction des itinéraires d'explorateur
 - Reconstruction de voyage dans l'ancien temps
 - Météorologie (du texte à la carte)
 - Etc.

Geotagging

- Annotations géographiques généralement multimédias
 - Photo
 - Textes
 - Films
 - Voix, musique
- Systèmes existants
 - Panoramio
 - Flickr
 - Everyscape
 - Wikimapia
 - Trippermap



2.3 – Principes de la GIR

- GIR = Geographic Information Retrieval
- Je veux tout savoir sur un lieu :
 - Epoque 1 : recherche dans la BD géo
 - Epoque 2 : recherche dans tout Internet

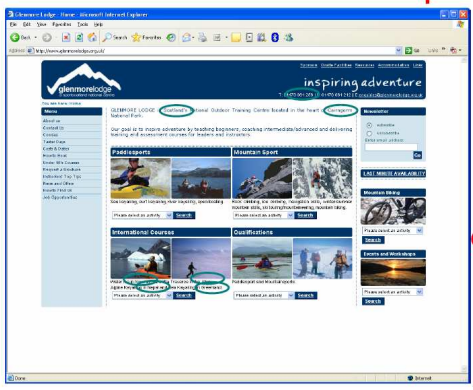
Recherches des informations géographiques (GIR)

- Une grande partie des données que nous voyons quotidiennement n'est pas structurée ou partiellement structurée,
- Une recherche sur les documents textuels montre que
 - 85% de 20 000 documents britanniques incluent des noms de lieux,
 - et 13% de 4 millions de requêtes sur le web contiennent un lieu géographique

Éléments-clefs du GIR

- Identification de la trace : identifier les endroits mentionnés dans les textes non- structurés.
- Expansion d'une requête : ajouter des noms non présents dans la question initiale.
- Indexation spatiale et indexation textuelle.
- Classements : selon le sujet et la position.
- Formulation de requête et visualisation des résultats : une interface qui permet aux utilisateurs de formuler et d'explorer les requêtes spatiales.

Traces spatiales dans les documents



Scotland
Cairngorm National Park
Norway
Alps
Nepal
Greenland
01479 861256
Glenmore Lodge
Glenmore
Aviemore
Inverness-Shire
PH22 1PL
Tel: 01479 861256

2.4 – Conclusions

- Importance de la recherche d'informations géographiques sur Internet
- Nécessité d'annoter les pages-web
- Nécessité de les indexer
- Google : un cadre pour intégrer toutes les informations géographiques

3 – Modélisation des connaissances géographiques

- Les objets géographiques
- Principes de modélisation
- Représentations
- Conclusions

Objets géographiques

- Objets géométriques
- Types
- Relations spatiales

Objets géométriques

- Dimensions
 - OD, 1D, 2D, 3D
- Géométrie dominante
 - 2D, mais avec l'œil dans la 3^{ème} dimension
 - Plan - sphère
- Importance des polygones non connexes
 - ex. « Italie »
- Importance échelle/résolution
 - multi-représentations

Type d'objets géographiques

- Objets géodésiques
- Objets administratifs
- Objets anthropiques
- Objets naturels
 - Avec périmètre connu
 - Objets flous (fuzzy)
 - Champs continus

Objets géodésiques

- Object mathématiques théoriques sur le globe terrestre
 - Equateur
 - Pôles Nord et Sud
 - Méridiens
 - Parallèles
- Modélisés avec des points, des lignes et des cercles
- Bases pour la définition des coordonnées
- Ne peuvent jamais disparaître

Objets administratifs

- Sans considération de litiges aux frontières
- Polygones non-connexes
- Souvent organisés en tessellations hiérarchiques
 - Pays, régions, départements, communes
 - Parcs régionaux, etc.
- Couverture totale du globe terrestre
- A certaines échelles ils peuvent disparaître

Objets anthropiques

- Faits par les hommes
 - Bâtiments, ponts, canaux, rues, etc.
- Modélisés comme polygones non connexes
- A une certaine échelle, les routes deviennent linéaires

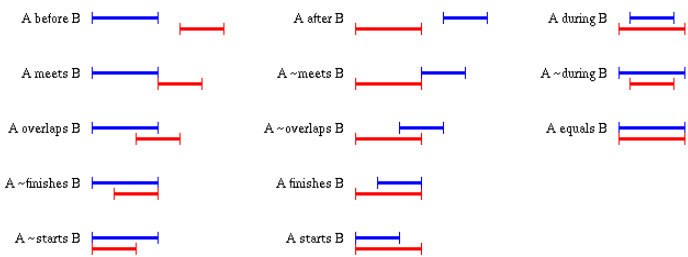
Géométrie des objets

- Une seule géométrie de stockage
- Plusieurs géométries d’affichage générées par des algorithmes de généralisation (liées aux échelles) à la demande
- Si la géométrie d’affichage < seuil alors l’OG n’existe plus en affichage

Relations spatiales

- Topologiques (Allen, Egenhofer, Clementini, etc.)
- Projectives (cardinales)
- Distance

Relations d’Allen



Relations d'Egenhofer

A disjoint B

A contains B

A inside B

A overlaps B

A touches B

A equals B

A covers B

A ~covers B

Relations projectives (1/2)

A isSouthOf B

A isSouthEastOf B

A isEastOf B

A isNorthEastOf B

A isNorthOf B

A isNorthWestOf B

A isWestOf B

A isSouthWestOf B

e.g. "A isNorthOf B"

True if northern most point of A is north of the northern most point of B

Relations projectives (2/2)

- Vraiment des relations géographiques
- Attention à la sphère:
 - Transitivité
 - Pékin à l'est de Tunis
 - Washington à l'est de Pékin
 - ==> Washington à l'est de Tunis
 - Rien au nord du pôle nord
 - Quand on est au pôle sud, tous les directions vont au nord

Relations de distance

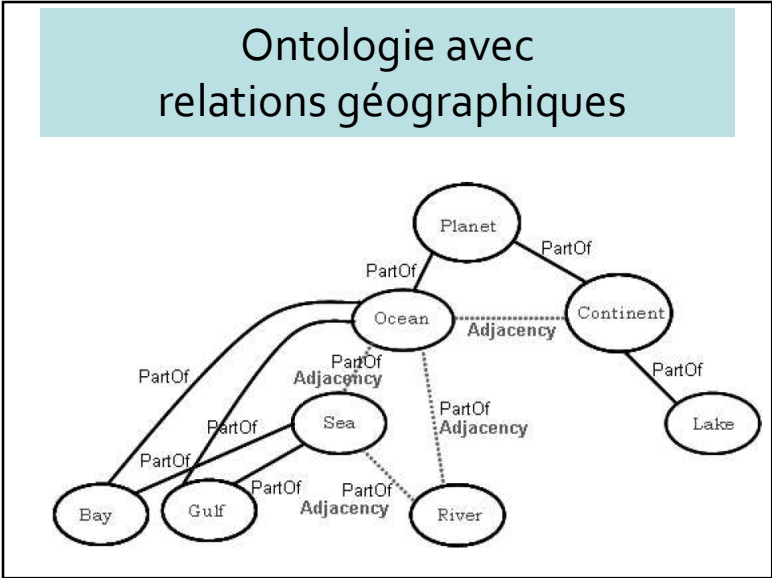
• Quantitative Distance

A ← 5 km → B

• Qualitative Distance

A is close to B

meters



4 – Principes de modélisation

- Bases théoriques pour la modélisation des connaissances géographiques
- 7 principes

Principe 0

- Règle de Waldo Tobler: *"Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things."*

A small portrait of Waldo Tobler, an older man with a beard and a hat, smiling.

Principe 1

- Les connaissances spatiales sont cachées dans les coordonnées
- Et, de plus, les connaissances géographiques dans les attributs non spatiaux
- Ces connaissances sont souvent implicites ou intentionnelles

Principe 2

- Les relations spatiales varient selon les échelles
- ex. une route longeant un lac
 - (soit touches, soit disjoint)



Principe 3

- Il n'est pas indispensable d'énumérer toutes les connaissances spatiales et géométriques ; mais les générer à la demande
- Ex. Si n objets, alors n^2 relations Nord-Sud,
- Se limiter à la règle de Tobler

Principe 4

- Sur de petits espaces, une représentation planaire suffit (coordonnées cartésiennes) ;
- Pour les objets plus grands, tenir toujours compte de la rotondité de la terre
- Seuil : département français

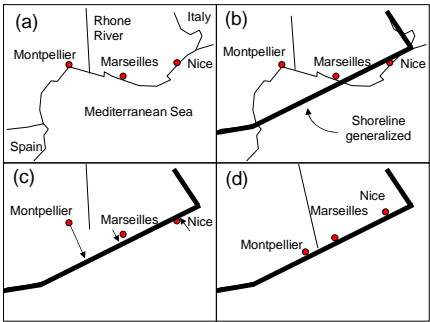
Principe 5

- La représentation d'affichage est liée à l'acuité visuelle
- Cartographie classique : 1mm - 0.1 mm
- Ex. Rue de 10 mètres de large
 - Surface
 - Ligne
 - Rien

Principe 6

- Contraintes d’affichage : les relations topologiques doivent subsister sauf lorsque disparaît un objet
- Ex. Côte de la Méditerranée

Exemple

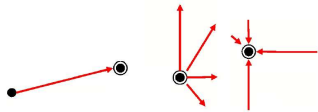


Principe 7

- Dans une base de connaissances géographiques, ne pas oublier que les objets voisins, extérieurs à la juridiction peuvent avoir une grande importance
- Ex. Genève et la région Rhône-Alpes

Connaissances élémentaires (1/2)

- Faits
 - Italie.population= 60 000 000
 - Meet (Italie, Suisse)
- Flux
 - Flux bi-directionnels
 - Flux (Milan, Rome) = 4000
 - Flux (Rome, Milan) = 3500
 - Flux convergents
 - Flux divergents



Connaissances élémentaires (2/2)

- Clusters
 - Padania= Union (Piémont, Lombardie, Ligurie, Vénétie, etc)
- Relations de co-localisation
 - Co-localisation (Mairie, église)



Où trouver les CG ?

- Discussions avec experts
- Data mining spatial
- Documents web
 - Gazetteers
 - Ontologies

4 – Langages

- Quatre types :
 - Naturel
 - Mathématique (logique descriptive)
 - Dialectes de XML
 - Visuel

Exemple

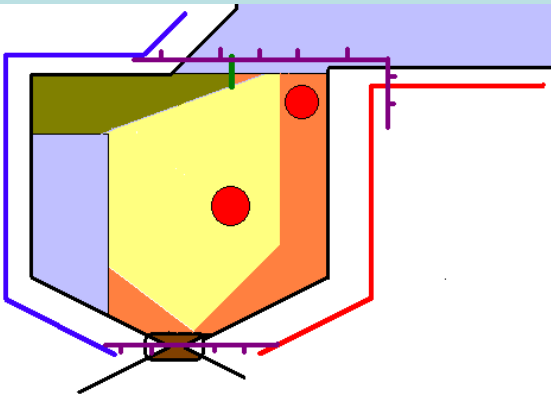
- Si
 - Lac
 - Route qui mène au lac
- Alors
 - Restaurant



Logique descriptive

- $\forall l \in Lac \wedge \forall s \in Route \wedge (touches(l, s))$
- \Rightarrow
- $\exists r \in Restaurant \wedge (distance(r, l) < 100 \wedge (distance(r, s) < 100)$

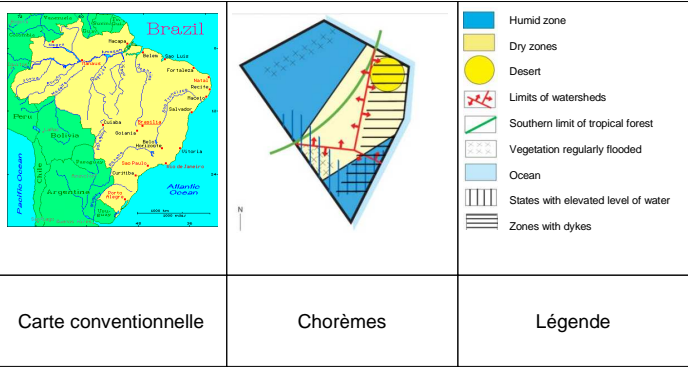
Devinez !



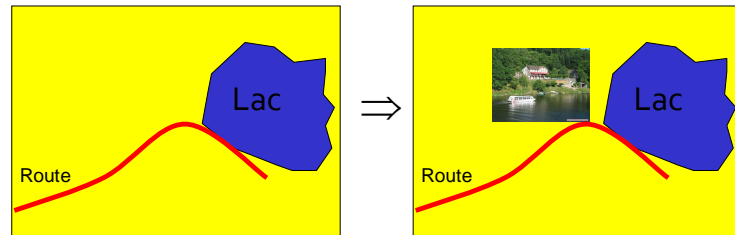
Chorèmes

- Inventés par Brunet (géographe de Montpellier)
- Représentation schématique visuelle d'un territoire
- Usage :
 - Comprendre les choses importantes
 - Connaissances géographiques
 - Accès visuel aux BD géographiques

Problème de l'eau au Brésil



Visuellement



6 – Conclusions

- J'avais rédigé, il y a 25 ans, un livre sur les connaissances spatiales
- Tout est à refaire
- Cadre conceptuel à raffiner

