

# Systemes d'Informations Géographiques - Concepts de base

Institut National des Sciences Appliquées - Rouen  
Département Architecture des Systèmes d'Information  
[michel.mainguenaud@insa-rouen.fr](mailto:michel.mainguenaud@insa-rouen.fr)

# Motivations

- Importance de l'information géographique
  - Google Earth, Géoportail,
  - Mappy, Pages jaunes, ...
- Géolocalisation dans les applications mobiles
  - Rachat de Navtech par Nokia
  - Rachat de TeleAtlas par TomTom
  - Développement du GPS, ...

# Caractéristiques des informations

- Gros volume de données
- Domaines nouveaux => opérateurs nouveaux
  - Alphanumériques
  - Spatiaux
    - Images (fixes ou animées)
    - Carte
    - Schéma (représentation fonctionnelle)
  - Temporels
- Approche Réseau/Thématique

# Disciplines impliquées

- Géographie : analyse de processus
- Cartographie : techniques de dessin de cartes
- Télédétection : espace ou aérien, faible coût, possibilité de mises à jour, fond de carte
- Statistiques : incertitude des données
- Photogrammétrie / Géodésie : précision des mesures
- Informatique : support de gestion/analyse, BD, IA, CAO
- Mathématiques : algorithmique géométrique
- Recherche Opérationnelle : techniques d'optimisation, d'affectation

# Un outil : la cartographie

- Objectif :
  - Conception, préparation et réalisation de carte
- Vocation :
  - Représentation du monde (graphique et géométrique)
  - Élément de pouvoir à partir du XVIIème
- Principes:
  - Objectifs : mesures (distances et angles)
  - Subjectifs : interprétation car ne peut pas tout représenter

# Définition d'une carte

- Représentation normalement à l'échelle sur un médium plat d'une sélection d'objets réels ou abstraits sur ou en relation avec la surface de la terre (ICA)
- Exemples : Cartes Michelin, IGN,...
- Caractéristiques:
  - **TOUJOURS FAUSSE**
  - **Statique (t0 fixé) et simplifiée**
  - **Souvent élégante -> travail humain**
  - **Théoriquement langage universel**

# Variétés d'utilisation

- Information
  - "Simple" : Reproduction
  - Complexe : Analyse spatiale, simulation
- Prise de décision avec problèmes
  - Mise à jour de données multi-sources
  - Précision,
  - Qualité,
  - Multi-échelle...

# Concepts importants d'une carte

- Projection : la rotondité de la terre (géoïde) est gérée par une surface plane
  - Géodésie : définition des coordonnées géographiques de longitude (x) et latitude (y)
  - Conforme : conserve les rapports d'angles
  - Equivalente : conserve les rapports de surface
- Echelle : ratio entre les distances sur la carte et la distance dans le monde réel (petite vs grande)
- Variables visuelles : forme, taille, orientation, couleur, valeur et grain (légende : figuratif ou conventionnel)

# Domaines d'utilisation

- Carte :
  - Modèle localement homothétique (à cause des déformations de la projection) : précise qu'en un point de référence
- Echelles
  - 1/100 000 – 1/50 000 : Aménagements régionaux
  - 1/25 000 – 1/10 000 : Plans d'aménagement
  - 1/100 - ... : Cadastre, constructions d'ouvrages

# Métrique

Echelle	1 / 500 000	1 / 250 000	1 / 100 000	1 / 50 000	1 / 25 000
Couverture de la France	7	16	75	1 100	2 200
Distance Terrain pour 1 cm carte	5 000 m	2 500 m	1 000 m	500 m	250 m

Cartes : 1m x 1m

# Histoire : Outils de mesure

- Réseau géodésique
  - 100 000 points en France connus au mm près.
  - Point de départ : Croix du Panthéon (Paris) → positionnement de proche en proche à partir du terrain
- Réseau de nivellement (altitude)
  - 400 000 repères
- Chaque pays est libre de choisir l' ellipsoïde qui correspond le mieux à ses besoins

# Eléments de référence

- Géοïde :
  - Modélisation mathématique de la terre en fonction de la pesanteur → structure irrégulière (mais régulière sur les océans – dominants sur terre)
- Ellipsoïde :
  - Modélisation mathématique simplifiée de la terre : centre, un petit axe, un grand axe → structure régulière (sphère aplatie)
- Projection :
  - Conforme : conserve localement les angles
  - Equivalente : conserve les surfaces
  - Equidistante : conserve les distances à partir d'un point

# Histoire <sup>(2)</sup> : Projections en France

- Lambert : Conique et conforme
  - Dans l'axe des pôles
  - Conserve les angles au détriment des surfaces
  - Méridien : celui de Paris
- Informatique : Lambert II étendu (tout le territoire)
- Papier :
  - Lambert I : Nord
  - Lambert II : centre
  - Lambert III : Sud
  - Lambert IV : Corse

# Aujourd'hui

- Lambert 93
  - Réseau géodésique : Nouvelle Triangulation Française (terrestre) -> RGF93 (issu du spatial)
  - Projection sous forme de coordonnées (X,Y) avec le (0,0) situé à 700 Km à l'ouest du méridien 3° Est de Greenwich et à 600 Km au sud du parallèle 52 gr
  - Obligatoire depuis le décret du 3 mars 2006
  - Compatible GPS, ETRS89 (le système européen, le RGF93 est la déclinaison locale)
  - Erreur :  $< 3 \text{ m / km}$  (maximale au sud et au nord)

# Cadastre

- Définition :
  - Division cartographique d'une commune en parcelles numérotées
    - Un propriétaire
    - Une adresse
  - Histoire :
    - Imposition foncière
    - Napoléon 1er : pour chaque commune
  - Mise à disposition gratuite de l'information (visualisation) : PCI : Plan Cadastral Informatisé (v : vecteur)

# Très grande échelle

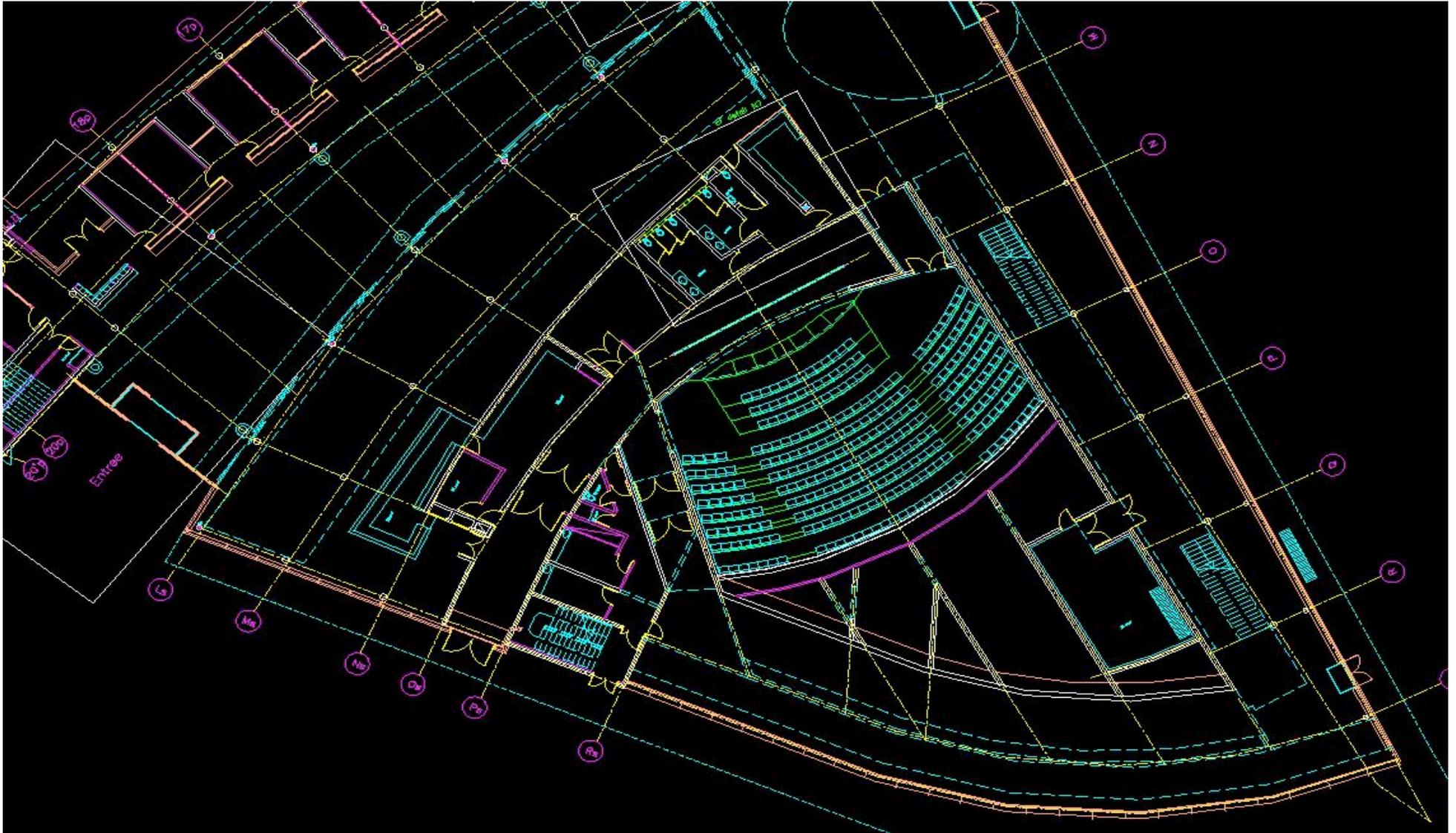
cadastre.gouv.fr



©2007 Ministère du budget, des comptes publics et de la fonction publique

Impression non normalisée du plan cadastral informatisé

# Très Grande échelle (2)



# Typologies des cartes

- Topographiques
  - Résultat d'observation directe : planimétrie et altimétrie, forme, dimension et identification de phénomènes concrets fixes et durables
- Thématiques
  - Sur un fond (repère) des phénomènes qualitatifs ou quantitatifs (abstraites ou concrets) selon un certain choix : administratives, ...

# Topographique (IGN)



# Exemples de cartes thématiques

- Chorographique : mise en évidence d'états de surface
- Choroplèthe (par plage de valeurs) : montrer les variations d'intensité (souvent quantitatives)
- Courbes : mise en évidence de différence de valeurs (ex météo avec la pression)
- Points : signaler avec exactitude la présence d'un objet (ex points d'eau dans un désert)
- Proportion : hiérarchiser un phénomène (ex fond de plan + point proportionnel à la population)

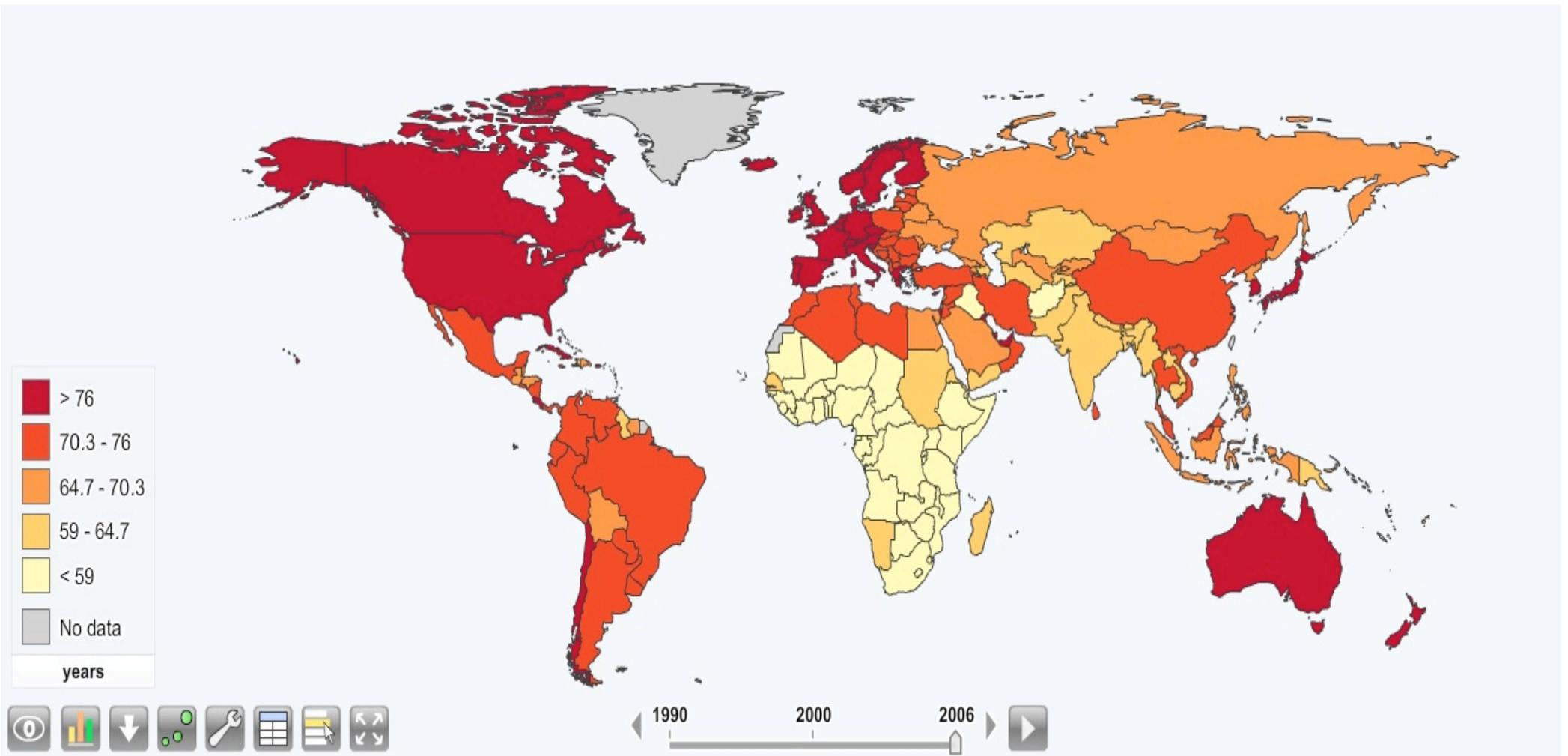
# Chorographique (BNF)



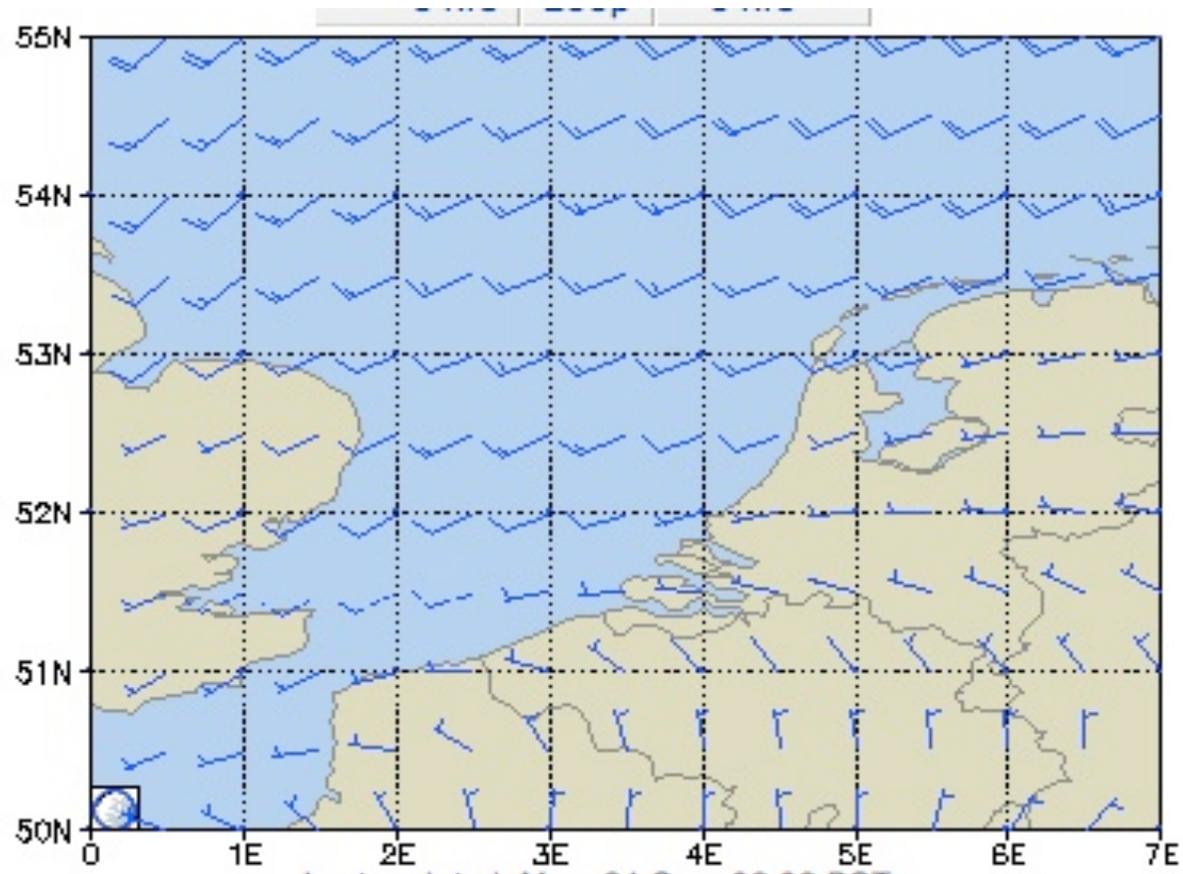
Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

# Choroplèthe (StatPlanet)

- Espérance de vie mondiale



# Courbes (marine : vents)

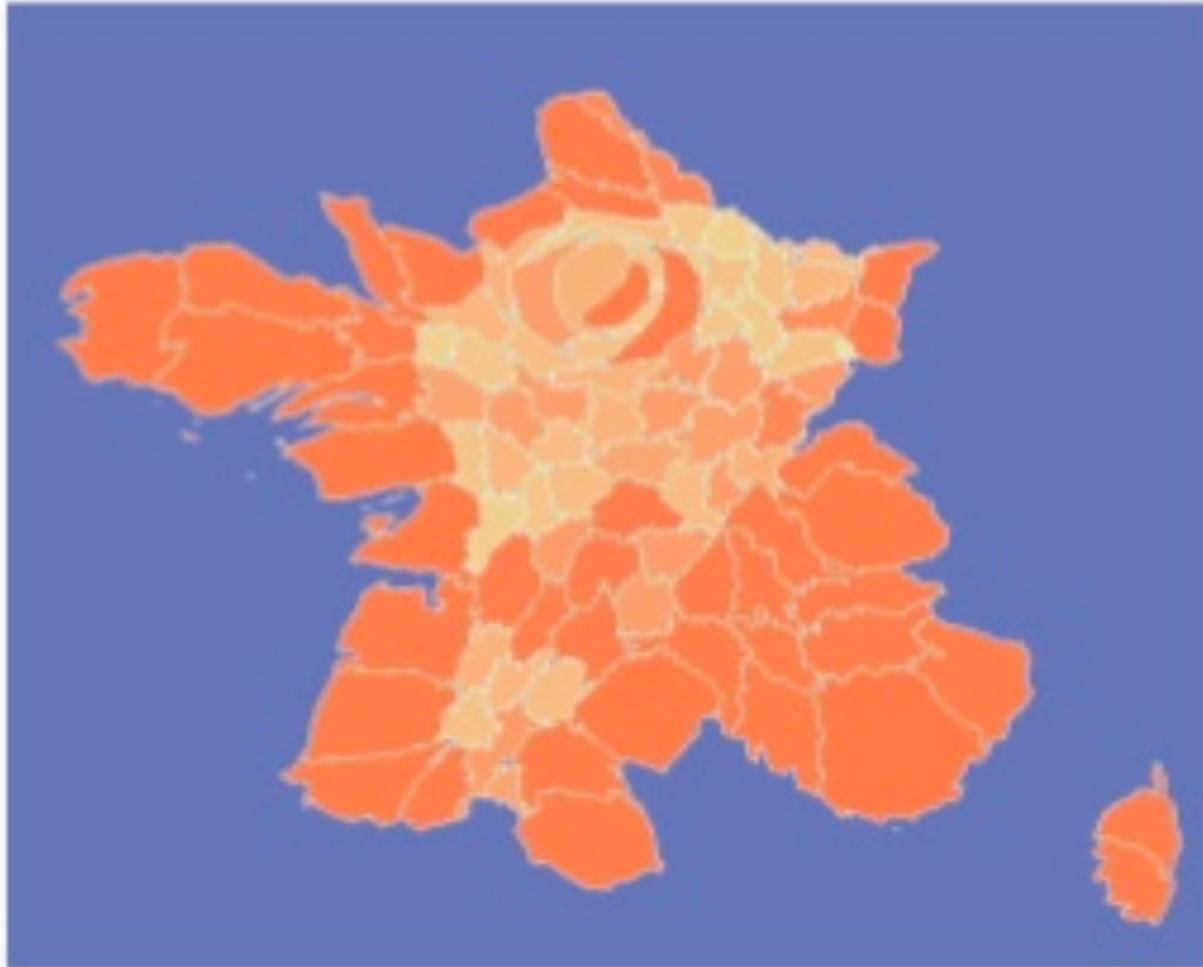


<http://www.weatheronline.co.uk/>



# Anamorphose (<http://www.tourisme.gouv.fr/>)

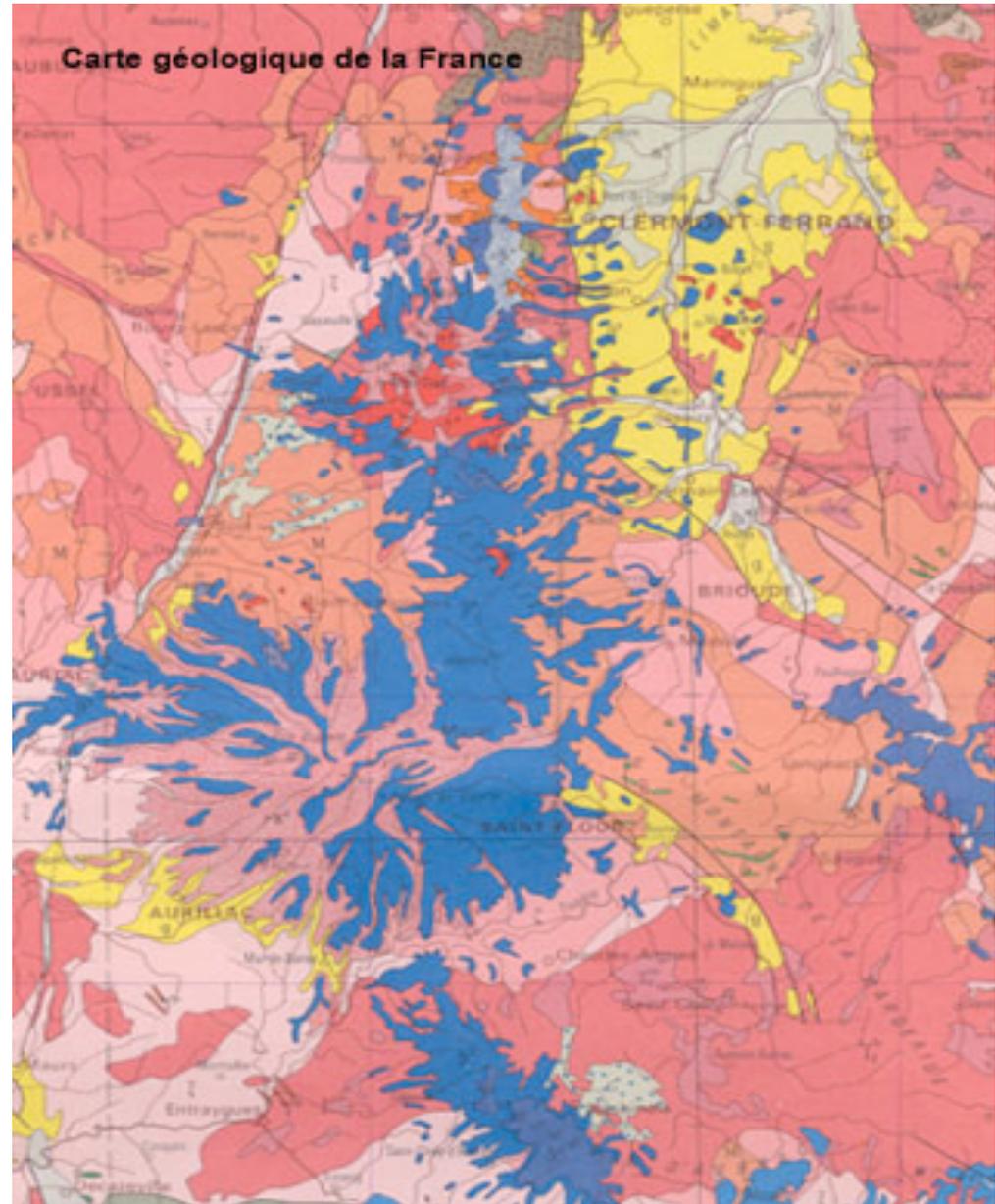
Août



Nombre de touristes par mois par département

# Carte supposée

- Carte du sous-sol



# Éléments d'une carte

- Titre
- Source, date, producteur
- Orientation (nord, déclinaison magnétique)
- Echelle
- Légende et toponymie
- ... la représentation spatiale
- Informations particulières (positionnement plus global en vignette, fiabilité, ...)

# Sémiologie

- Ensemble de règles permettant l'utilisation d'un système graphique
  - Forme : géométrique (trait) symbolique (avion)
  - Taille : variation sur la longueur, surface
  - Orientation : symbolique (sens du vent, d'une rue, d'un trait)
  - Couleur : ton, intensité, saturation
  - Valeur : extension de la notion d'intensité (couleur ou trame, dégradé)
  - Grain : taille des éléments constituant la texture, trame (tiret, hachure, ...)

# Outils on-line

- Demande de produits de génération de cartes on-line, libre, ...
  - [maps.google.fr](http://maps.google.fr)
  - [www.makeyourmap.net](http://www.makeyourmap.net)
  - [ooo.hg.free.fr](http://ooo.hg.free.fr) (extension de OpenOffice)
  - ...
- Intégration
  - Par programme (api) : Java, C++, VB, PHP, ...
  - Intégré dans une suite (OpenOffice)
  - Par requête http
    - `http://maps.google.fr/maps?f=q&h1=fr&q= »<adresse> »`

# Problématiques

- Choix d'un produit
  - Ad-hoc
  - Dédié
  - Détournement d'un produit
- Evaluation des performances
  - Application type
  - Spécifique utilisateur
  - Pouvoir d'expression du langage

# Problématiques (2)

- Acquisition des données
  - Achat (raster ou vecteur)
  - Echanges (normes de format : Edigeo, WGS98, DXF, SVG, TIFF, JPEG, ...)
- Architecture (matérielle et humaine)
  - Centralisée vs. Décentralisée
- Mise à jour des données

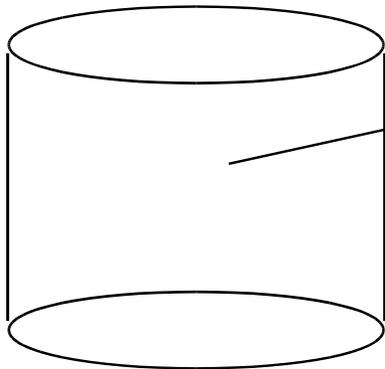
# Les données

- Acquisition des données
  - Digitalisation : points, flots (distance ou temps)
  - Scanner : pas cher mais pauvre
  - Convention d'échanges
- Problèmes :
  - Qualité des données (méta-données)
  - Précision de l'opérateur
  - Lien avec l'alphanumérique
  - Systèmes de coordonnées / projection dans le multi-source, ...

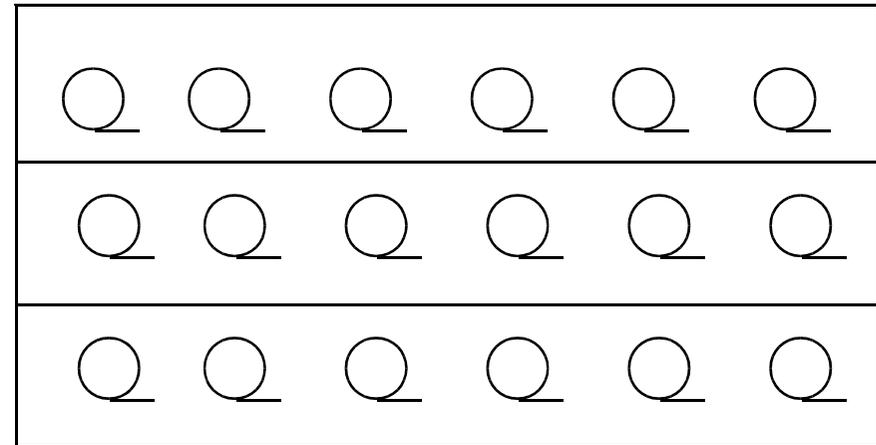
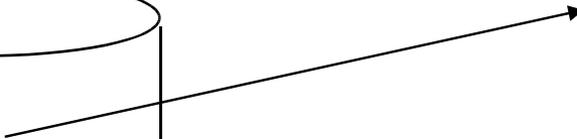
# Le stockage

- Catalogue
- Couplage Bases de Données / Système graphique
- Intégration
  - Forte :
    - « Système de stockage » + opérateurs (Access + ESRI)
    - Opérateurs dans le SGBD (Oracle, Postgres/PostGIS)
  - Faible : librairie d'opérateurs
    - OpenMap, JTS (Java)

# Catalogue



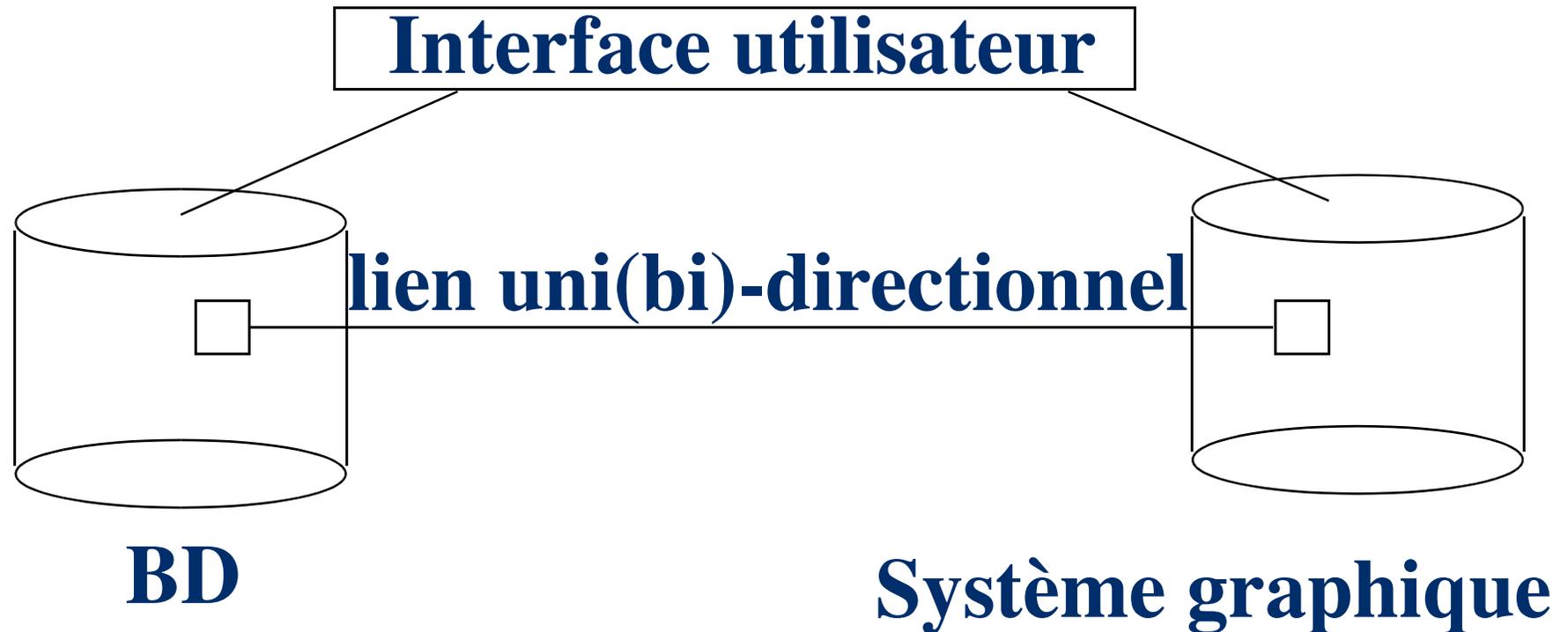
**BD de mots clés**



**Placards de « bandes »**

**AUCUNE INTERACTION**

# Couplage BD/Graphique



**SYSTEMES NON TRANSPARENTS**

# Intégration

