



## SIG – SIRS : Compléments

### Représentation cartographique

Christian GERMAIN - Bordeaux Sciences Agro  
Sur une base conçue par Pierre Bazille (Agro ParisTech)

Version 2021



Les diapositives de ce document ont été initialement conçues par P. Bazille et adaptées par Ch. Germain.

Les commentaires ont été rédigés enregistrés par Ch. Germain

## Types de représentations cartographiques

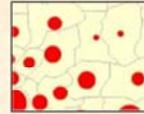
- Représentation symbolique :

Associer des **symboles graphiques « ponctuels »** à une variable : représentation visuelle discontinue

- symboles **non proportionnels** (variables **qualitatives**)



- symboles **proportionnels** (variables **quantitatives**)



- Représentation choroplèthe :

L'espace cartographique est **décrit « continûment »**, l'ensemble des zones géographiques décrites étant visualisé en plages de couleurs ou de trames.



⇒ discrétisation des variables

Une représentation cartographique repose sur l'association de symboles à des variables descriptives, quantitatives ou qualitatives.

Une représentation réussie supposera donc un choix de symboles adapté au message visé.

En outre, dans le cas, très fréquent, de variables numériques dont la variation est continue, une discrétisation préalable des variables (c'est-à-dire une mise en classe) sera nécessaire. Cette étape, s'appuyant sur des notions déjà rencontrées en statistiques, se révèle cruciale pour la qualité du message diffusé par la carte.

# Plan

1. **Discrétisation des variables**
2. Composantes de la représentation
3. Illustrations
4. Composition de la carte



Nous aborderons principalement les deux notions clés pour la représentation cartographique:

- La discrétisation des variables numériques (ou mise en classe)
- Le choix des composantes graphiques des symboles de la représentation

Ensuite nous illustrerons ces notions par des exemples de cartes et nous conclurons en rappelant les règles de composition des cartes

## La discrétisation - définition

- **définition**
  - transformer une distribution de **N** valeurs (quand N est suffisamment grand, on considérera cette distribution comme continue) en **n** classes distinctes
  - les classes sont considérées comme des modalités significativement différentes
- **objectifs**
  - montrer simplement une progression, un gradient continu  
nombre de classes élevé possible
  - mettre en évidence des classes significatives  
nombre de classes réduit (5 à 6 max)



On voit ici qu'une première question se pose:

Veut-on représenter une progression ou mettre en évidence des différences ?

## La discrétisation - définition

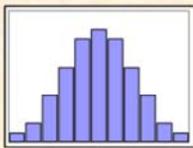
### Règles de base

- limites de classes contiguës
- un individu appartient à une classe et une seule
- classes non vides
- précision des limites de classes - précision des données

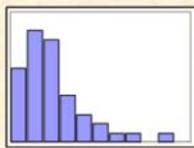
Ces règles reposent sur le bon sens. Encore faut-il les respecter.

## La discrétisation - prétraitements

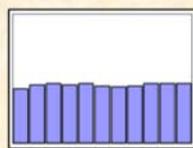
- Ordonner la série
- Caractériser la série :
  - taille de la population (N)
  - valeurs extrêmes (minimum  $m$  et Maximum  $M$ ) et étendue associée (amplitude  $A$ )
  - indices classiques de statistique descriptive
    - mode, médiane, moyenne
    - dispersion (variance, écart-type)
- Illustrer (éventuellement) graphiquement :
  - diagrammes, histogrammes
  - fonctions de distribution et de répartition



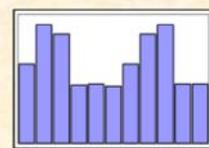
En cloche



Dissymétrique



Uniforme



Plurimodale

Première étape: Etudier les données avant de choisir une méthode de discrétisation.

## La discrétisation - méthodes de seuillage

- méthodes métriques
  - prise en compte des valeurs des données
  - fonction de distribution non prise en compte
- méthodes statistiques
  - prise en compte des paramètres statistiques de la distribution
- méthode « manuelle »
  - choix «aléatoire» / entre les modes observés
  - hypothèses implicites



Il existe trois catégories de méthodes pour choisir les bornes des classes.  
Elles sont étudiées dans la suite.

## Méthodes métriques: méthode linéaire

- les classes ont toutes la même étendue ( $a=A/n$ )
- limites de classes :
  - classe 1       $m$  à  $(m+a)$
  - classe 2       $(m+a)$  à  $(m+2a)$
  - .....
  - classe  $n$        $(M - a)$  à  $M$
- simple et facile
- peu performante  
sauf si distribution «uniforme»



La plus simple des méthodes métriques est la méthode linéaire.

Elle consiste tout simplement à découper le domaine de définition de la variable en intervalles de largeur constante.

Cette méthode est très simple et très intuitive. Elle est fréquemment employée.

C'est pourtant souvent le pire choix car elle ne décrit correctement que les variables uniformément distribuées.

Or cette distribution est assez rare dans la nature ou dans la vie courante.

## Autres méthodes métriques (peu utilisées)

- progression arithmétique
  - étendue variable à progression arithmétique :  
 $X, 2X, 3X$ , etc.
  - adaptée à des distributions déséquilibrées à gauche  
(beaucoup de faibles valeurs)
- progression géométrique
  - étendue variable à progression géométrique :  
 $m, mX, mX^2, mX^3$ , etc.
  - redresse des distributions très dissymétriques à gauche  
(attention :  $m$  doit être non nul !)



Cette planche présente d'autres méthodes métriques peu usitées.  
De plus, elles sont rarement proposées par les logiciels SIG.

## Méthodes statistiques – classes équilibrées

- appelée aussi méthode des quantiles
- effectifs égaux par classe (équipopulation)
- nombre d'individus par classes :  $c = N / n$
- méthode simple :
  - ordonner la distribution
  - délimiter les seuils par comptage de «c» individus
- tend à optimiser la détection de classes significativement distinctes



Cette méthode est presque toujours proposée par les logiciels.

Elle constitue souvent un choix intéressant car elle met en valeur des classes significativement distinctes.

## Méthode manuelle

- Seuils des classes définis interactivement par l'utilisateur
- Méthode :
  - l'utilisateur définit les seuils « a priori »
    - soit à partir de valeurs exogènes
    - soit à partir de l'observation de la distribution
  - dans ce dernier cas, découpe « entre les modes »
    - dans le cas de distribution multimodale



Cette méthode doit être employée lorsque les bornes des classes ont une signification connue a priori (des limites réglementaires par exemple).

Elle est aussi utile lorsque l'on veut des classes construites à partir d'une observation statistique des données ou lorsque l'on veut mettre en œuvre manuellement une méthode qui n'est pas proposée par le logiciel SIG utilisé.

**Important**

## **BILAN : le choix d'une méthode**

- Distinguer des populations «différentes»
  - ☞ classes **d'effectif équilibré**
- Caractériser des sous-populations en référence à la moyenne
  - ☞ méthode **standardisée**
- Connaissance «a priori» ou histogramme multimodal
  - ☞ méthode « **manuelle** »

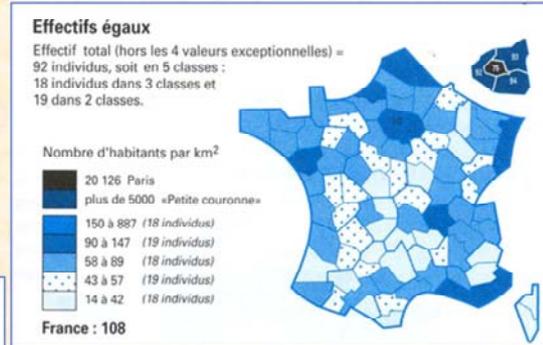
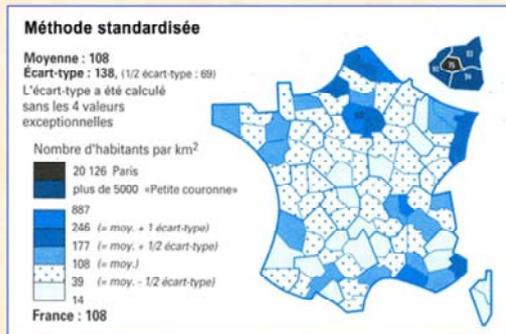
**Un choix est toujours «signifiant» !**



On ne peut pas se permettre de choisir la méthode au hasard, car elle influence significativement sur le message transmis.

## Les effet de la méthode de discrétisation

Même distribution, même  
palette de couleurs  
2 cartes différentes !



Un exemple concret de l'impact de la méthode sur le message.

La méthode standardisée permet bien de montrer les écart de densité de population par rapport à la moyenne.

D'une classe à la suivante, l'écart en terme de densité de population est constant.

Notons que la classe 2 (de 39 à 108) regroupe un grand nombre de départements.

La méthode des effectifs équilibrés fait mieux ressortir les différences entre les départements ayant une densité de population moyenne ou faible.

Par rapport à la méthode précédente, les densité de populations comprises entre 39 et 108 sont réparties sur 4 classes.

**CONCLUSION:** selon que l'on souhaite mettre en valeur des écarts de densité de population ou distinguer plus finement entre des densités de populations, on choisira l'une ou l'autre des méthodes...

## Plan

1. Discrétisation des variables
2. **Composantes de la représentation**
3. Illustrations
4. Composition de la carte

Passons au choix des composantes graphiques associées aux symboles de la représentation

## La représentation graphique - composantes

### Composantes du message visuel

- variables à représenter
- longueur d'une composante (= nombre de modalités distinctes)

### Types de composantes

- quantitatif (variable continue ou discrétisée)
- ordonné (dates, modalités hiérarchisées)
- différentiel (non ordonné, non hiérarchisé)

### Implantation des composantes / variables :

- - ponctuelle
-  - linéaire
-  - surfacique (ou zonale)

Comment associer une variable à représenter à des symboles et des attributs graphiques appropriés

Il faut donc prendre en compte:

La signification de la variable à représenter

Le nombre de valeurs distinctes à représenter pour la variable

Le type de composantes (quantitative, ordonnée, différentielle)

Le type d'objets géographiques concernés (points, lignes, polygones)

## La représentation graphique – variables visuelles

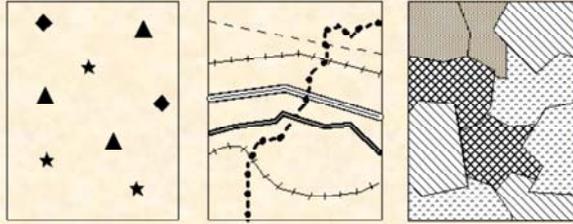
- principe :
  - On dispose d'un ensemble des moyens graphiques à mettre en adéquation avec les caractéristiques :
    - composantes du message (type de variables à représenter)
    - variables visuelles
- types de variables visuelles disponibles :
  - variation de forme
  - variation d'orientation
  - variation de couleur : teinte / intensité
  - variation de taille
  - variation de grain...



Toute la question est de bien choisir le ou les attributs (ou variables visuelles) que l'on souhaite associer avec la variable à représenter.

On va étudier chaque variable visuelle dans la suite.

## Les variables visuelles – la forme



- Variation infinie de possibilités graphiques mais capacité de différenciation faible :
  - l'œil ne peut mémoriser qu'un nombre de signes limités
  - lisibilité améliorée par l'utilisation de contrastes
- **Efficace pour représenter une information qualitative ponctuelle**
- **Moins efficace :**
  - en implantation linéaire
  - et surtout en implantation surfacique où la densité prime !
- Nécessité d'un fond de carte « discret »

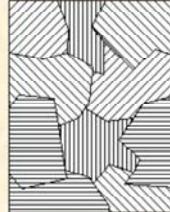
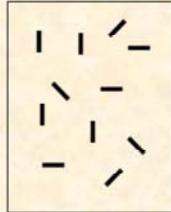


Très bon pour les points

Moyen pour les lignes (ne pas utiliser trop de symboles distincts)

A éviter (si possible) pour les polygones

## Les variables visuelles – l'orientation



- **Variation très limitée** : 4 directions
- Capacité de **différenciation faible** (bien que l'œil y soit très sensible)
- Souvent utilisée en **combinaison avec une autre variable** (forme par exemple) **pour accentuer des différences** ou des associations visuelles
- Intérêt surtout en implantation ponctuelle (**vents, courants**)

A éviter sauf cas particulier (cartes des vents, des courants...)

## Les variables visuelles – la taille



- **Variation de largeur, de hauteur ou de surface d'un figuré**
- **C'est** la seule variable visuelle **qui permet** d'exprimer des quantités **absolues, des rapports numériques, des relations de proportionnalité**
- **Particulièrement** efficace en implantation ponctuelle et linéaire

Très bien adapté pour les points

Parfois intéressant pour les lignes.

A éviter pour les polygones (la fonction « densité » est rarement proposée par les SIG)

ATTENTION:

Pour les points, dans le cas de disques par exemple, c'est la surface et non pas le rayon qu'il faut associer à la variable quantitative!!!

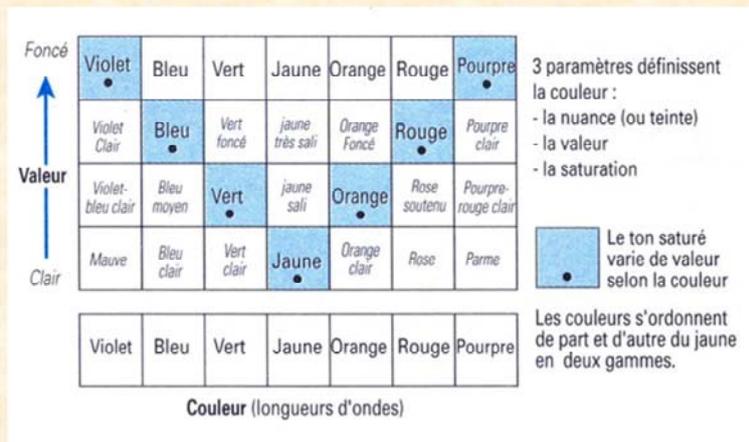
REMARQUE:

On peut associer des symboles ponctuels à des polygones, en plaçant un symbole ponctuel au niveau du centroïde (centre de gravité) de chaque polygone.

## Les variables visuelles – la couleur (1)

En mode TSL, on représente la couleur en trois dimensions :

- **La teinte** longueur d'onde
- **Luminance (intensité)** niveau de gris (*valeur*)
- **La saturation** pureté de la couleur



Les couleurs sont très utiles mais délicates à manipuler.

Sur les 3 composantes des couleurs (TEINTE, INTENSITE, SATURATION) seules deux sont facilement exploitables (la TEINTE et l'INTENSITE).

La teinte se découpe arbitrairement en 2 classes de part et d'autre du jaune (couleurs dites froides ou chaudes).



## Propriétés des variables visuelles (récapitulatif)

**Important**

|  | Ponctuel   | Linéaire   | Surfacique   |
|--|--|--|--|
| Différentiel                               | 1 – Forme<br>2 – Orientation<br>3 – Teinte (couleur) | 1 – Forme<br>2 – Orientation<br>3 – Teinte (couleur) | 1 – Forme<br>2 – Orientation<br>3 – Teinte (couleur) |
| Ordonné                                    | Intensité (valeur)                                   | 1 – Taille<br>2 – Intensité (valeur)                 | Intensité (valeur)                                   |
| Quantitatif<br>(variables<br>discrétisées) | Taille   | 1 - Taille<br>2 – Intensité (valeur)                 | Intensité (valeur)                                   |
| Quantitatif                                | Taille   | Taille   | Taille<br>(centroïdes ponctuels)                     |

Tableau de synthèse

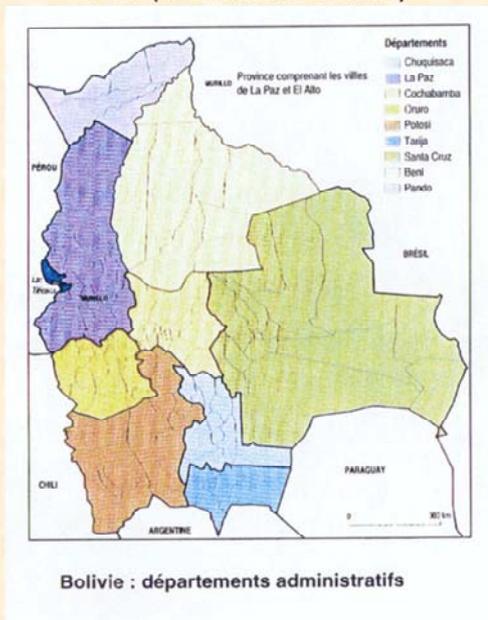
## Plan

1. Discrétisation des variables
2. Composantes de la représentation
- 3. Illustrations**
4. Composition de la carte

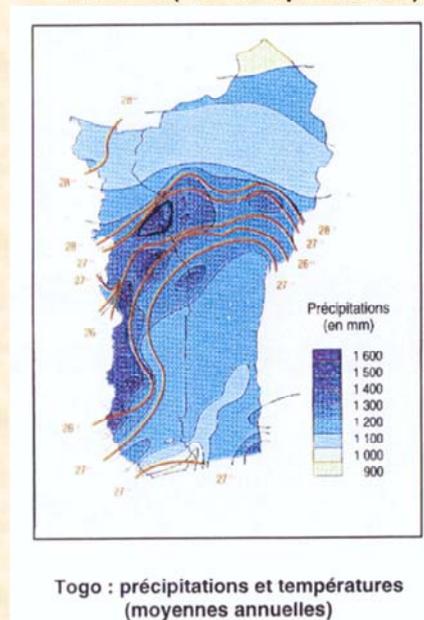
Nous allons étudier des exemples de cartes à la lumière des notions présentées précédemment.

## Utilisation de la couleur

Teinte (variable différentielle)



Intensité (variable quantitative)



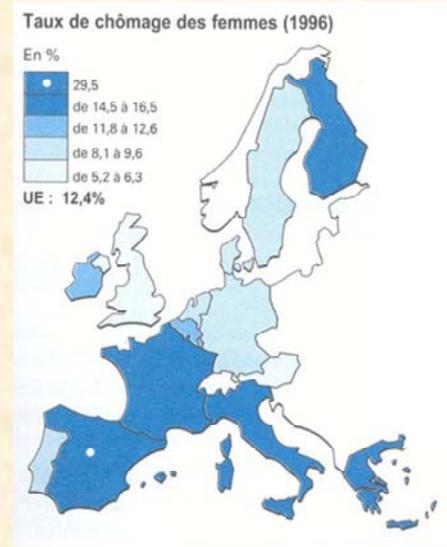
Variation de teinte = différentiation

Variation d'intensité = hiérarchisation

## Représentation d'une variable discrétisée



dégradé de trame basé sur l'intensité



palette de couleur basée sur l'intensité

Variation de densité:

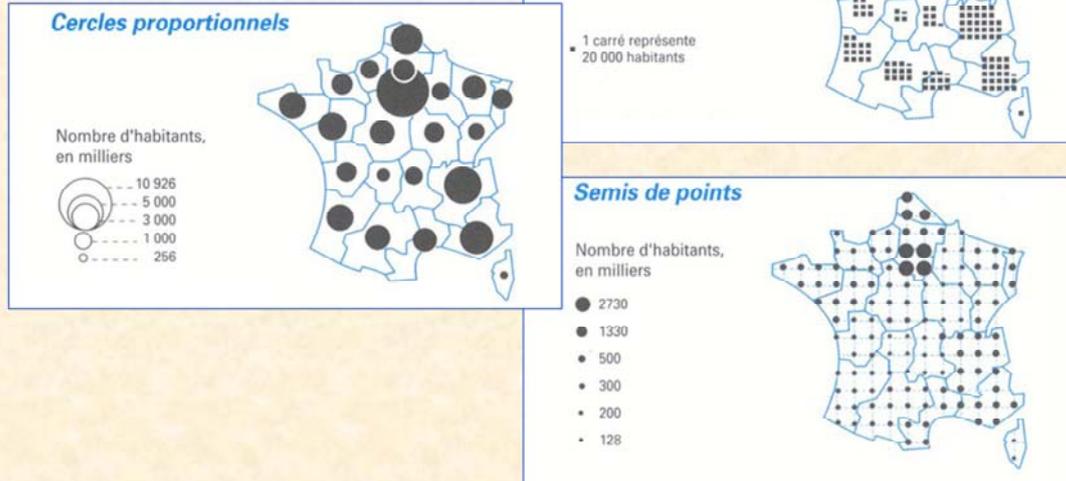
Avantage= pas besoin d'impression couleur.

Inconvénient: pas toujours disponible dans les SIG (il faut alors « bricoler »)

Variation d'intensité:

Plus accessible dans les SIG mais impression couleur utile voir nécessaire.

## Variation proportionnelle – implantation surfacique



EN pratique, le plus souvent, seuls les cercles proportionnels sont disponibles. Notez que c'est bien la surface du cercle qui est proportionnelle au nombre d'habitants (et pas son rayon).

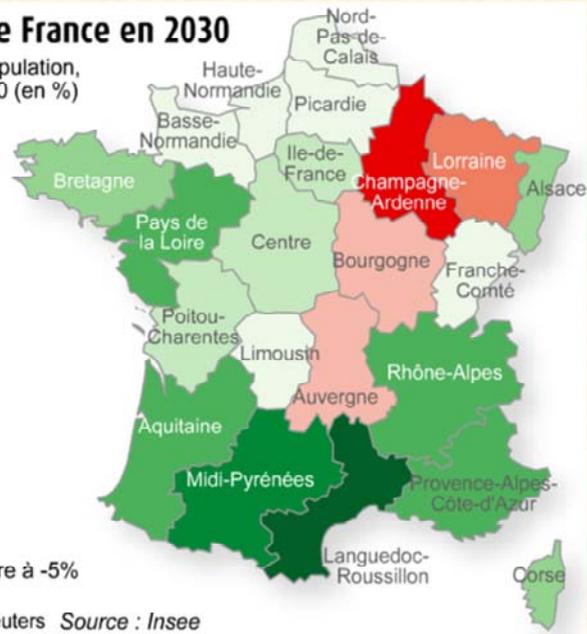
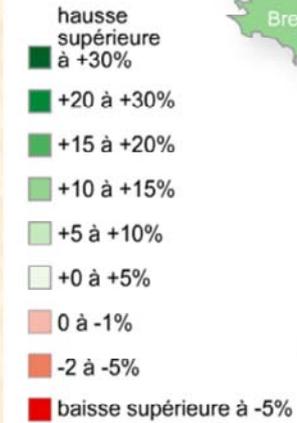
## Expression d'une double variation ordonnée

La teinte indique deux situations opposées : augmentation ou diminution

L'intensité décrit l'importance de l'écart

### Les régions de France en 2030

► Evolution de la population, entre 2005 et 2030 (en %)



digital - Reuters Source : Insee

Intensité + teinte = différenciation + hiérarchisation.

## Combinaison de deux modes de représentation

### Le logement en France

- parc en 1990
- évolution 82-90



Pour combiner deux variables, on a associé une variation d'intensité du polygone avec un symbole ponctuel (de surface proportionnelle à la variable) au niveau du centroïde du polygone.

Au delà de 2 variables, cela devient compliqué et difficile à interpréter.

## Une carte à légende complexe : la baie de Somme

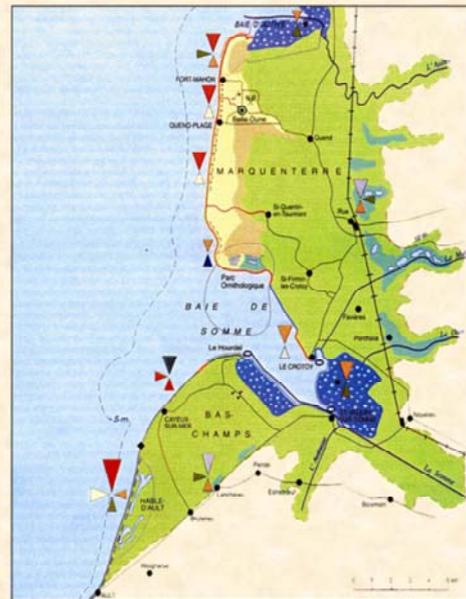
| Les paysages côtiers et leur dynamique |                                    |             |           |         |                         |
|--|------------------------------------|-------------|-----------|---------|-------------------------|
| VARIÉTÉS DES PAYSAGES CÔTIERS          | CINÉMATIQUE DES ENSEMBLES NATURELS |             |           |         |                         |
|  | Couleur                            | Progression | Stabilité | Érosion | Dégradation anthropique |
| Dune blanche                           |                                    |             |           |         |                         |
| Dune boisée                            |                                    |             |           |         |                         |
| Cote à galets                          |                                    |             |           |         |                         |
| Schier                                 |                                    |             |           |         |                         |
| Marais de l'arrière-pays               |                                    |             |           |         |                         |
| Plan d'eau                             |                                    |             |           |         |                         |
| Agriculture                            |                                    |             |           |         |                         |

| L'aménagement éco-touristique, levier du développement local |  |   |                        |
|--|--|---|------------------------|
| EXPLOITATION TRADITIONNELLE DU MILIEU                        | DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE                      | PROTECTION DES ESPACES NATURELS                 |                        |
| Cultures   | Aménagement -duba- pour inéquilibration légère | Aménagement -tour- pour inéquilibration majeure | Protection du littoral |
| Myco-culture   | Pêche à pied                                   | Golf  | Distance du littoral   |
| Chasse   | Parc ornithologique de la mer                  | Port de plaisance                               |                        |
| Agriculture littorale  | Extraction                                     | Nouvelle station touristique                    |                        |
|  |  | Maison de l'Osseau                              |                        |
|  |  | Chemin de fer                                   |                        |
|  |  | Route   |                        |

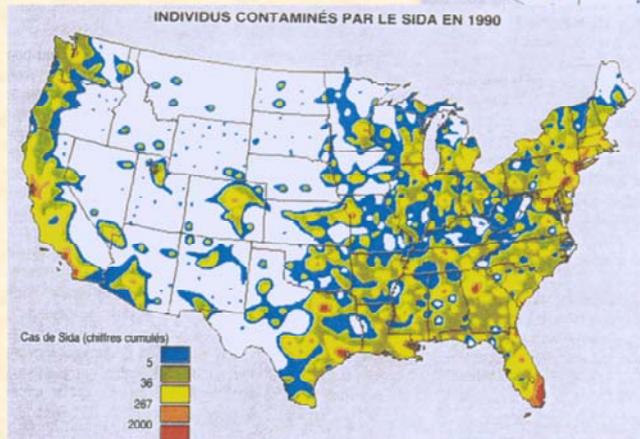
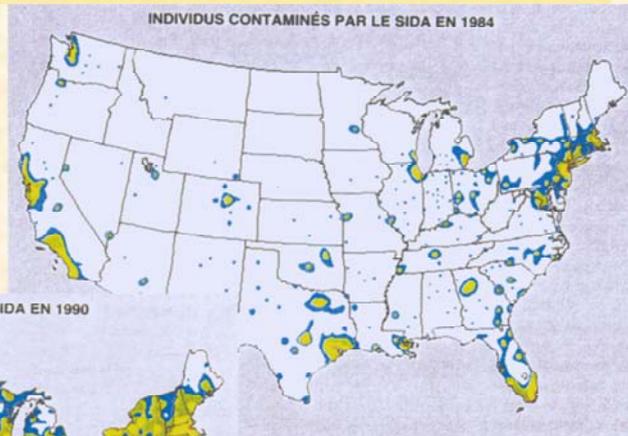
| Types de conflits selon leur gravité |                    |              |
|--------------------------------------|--------------------|--------------|
|                                      |                    |              |
| Conflit ouvert                       | Frictions répétées | Perturbation |



On peut construire des cartes complexes synthétisant de nombreux messages. Mais dans ce cas, le message n'apparaît plus immédiatement au lecteur. La carte doit faire l'objet d'une lecture approfondie et attentive.

## Une carte ambiguë : attention aux classes!!!!

✓ Impression visuelle



✓ Message perçu

Attention, la discrétisation influe sur le message perçu.

Ici, les bornes des classes ont été choisies suivant une progression géométrique.

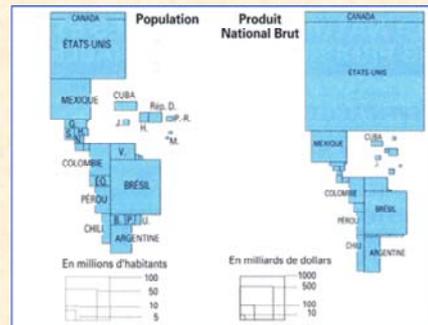
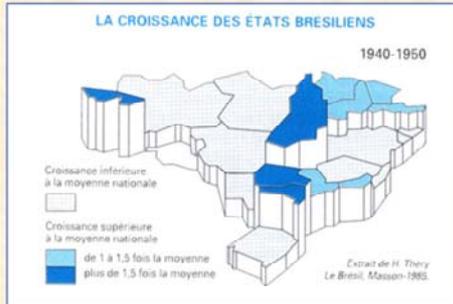
L'impression qui s'en dégage accentue considérablement le phénomène illustré.

Par ailleurs, les couleurs choisies sont plutôt appropriées pour une différenciation, ce qui brouille encore le message.

Mais peut-être était-ce la volonté du concepteur?

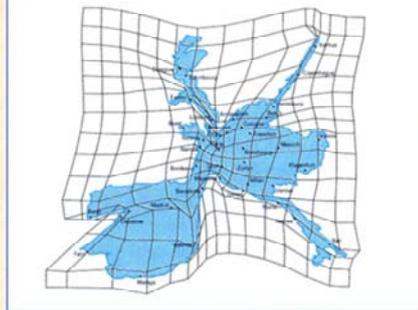
## D'autres représentations (peu usitées)

### Représentation 3D



### Anamorphoses

### L'EUROPE FERROVIAIRE À L'HORIZON 2015



Attention: ces outils sont rarement disponibles dans les SIG les plus courants.

## Plan

1. Discrétisation des variables
2. Composantes de la représentation
3. Illustrations
4. **Composition de la carte**

Terminons par la composition de la carte...

## Les étapes de la réalisation d'une carte

1. Mise au point de la (des) vue(s) cartographique(s)
2. Mise en page et composition
  - choix typographiques (titres et textes)
  - position des éléments complémentaires
3. Destination
  - tirage papier, mise en ligne ...
  - exportation (intégration dans un document externe)



C'est dans la mise au point de la vue cartographique que l'on effectue:

Le choix des couches,

Les requêtes topologiques,

Les transformations géométriques des objets

Les analyse thématiques : avec la discrétisation et les choix des variables visuelles.

**Important**

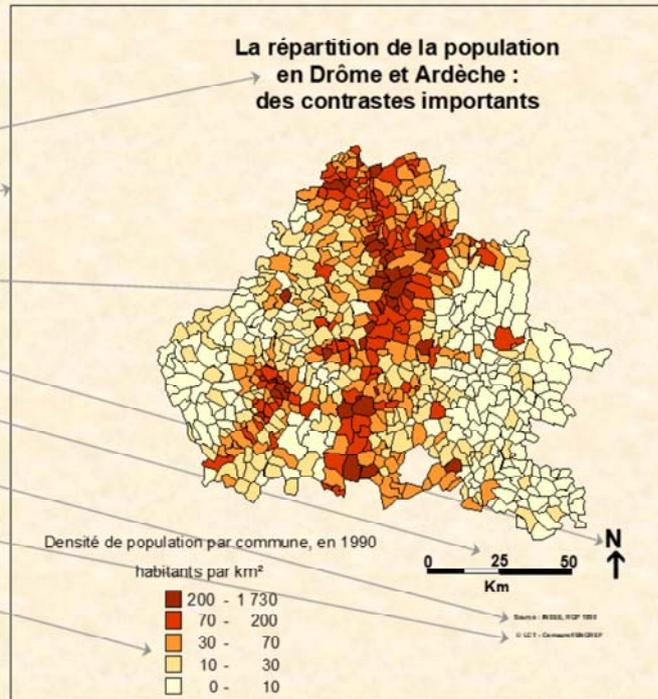
## Les éléments constitutifs d'une carte

- Éléments indispensables :
  - **vue(s) cartographique(s)**
  - **échelle**
    - algébrique /graphique
    - expression graphique de l'échelle : INDISPENSABLE**
  - **légende(s)**
  - **orientation (flèche Nord)**
  - **titre(s)**
- Éléments éventuels :
  - **règles et repères**
  - **textes divers (commentaires, copyright, etc.)**
  - **logos**

Ne pas oublier les éléments indispensables pour transformer un croquis en carte digne de ce nom!

## La carte -composition

- le titre
- le cadre
- la carte
- l'orientation
- l'échelle
- les sources
- l'auteur
- la légende



Un exemple de carte avec ses éléments constitutifs