



## Analyse spatiale et méthodes en analyse spatiale

1. Les différentes conceptions de l'analyse spatiale
2. Les données géographiques
3. Espace support, espace actif
4. Quelques exemples méthodologiques

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian



## Structures spatiales et processus

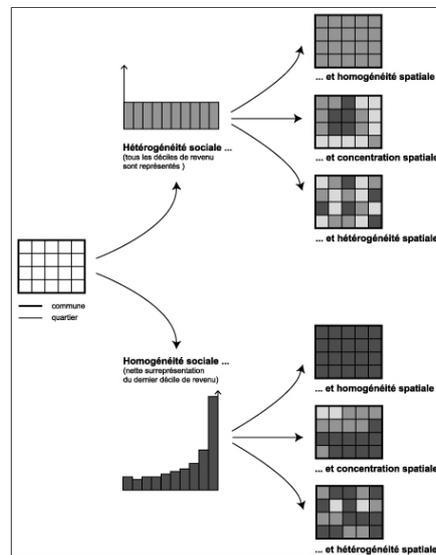
- Sociétés organisent l'espace dans le but de diminuer un certain nombre de contraintes.
- Organisations spatiales résultent de processus tels que la **diffusion**, la **complémentarité**, la **compétition**.....,
- L'espace géographique est fait de différences et il est fondamentalement discontinu (semis, réseaux, surfaces)

But de l'analyse spatiale: **identifier et décrire**, **comprendre et expliquer** les structures spatiales.

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Différenciations statistique et spatiale

➤ Mise en relation d'une distribution statistique avec une distribution spatiale.



© Géographie-cités, 2002

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Identifier et décrire les organisations spatiales

L'identification des structures par la mesure de la variabilité dans l'espace renvoie à des familles de méthodes, telles que:

- Autocorrélation spatiale
- Variographie
- Mesure de la concentration
- Analyse de semis de points
- Lissage
- Analyse des discontinuités
- ....

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian



## Comprendre et expliquer les organisations spatiales

- Expliquer une localisation par une autre,
  - Identifier en quoi la dimension spatiale (structure et fonctionnement) est utile à la connaissance des objets.
  - Expliquer certaines caractéristiques des objets par des mesures de localisation.
- Intégrer différentes formalisations de l'espace dans les méthodes statistiques classiques suivant une démarche descriptive ou déductive.

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian



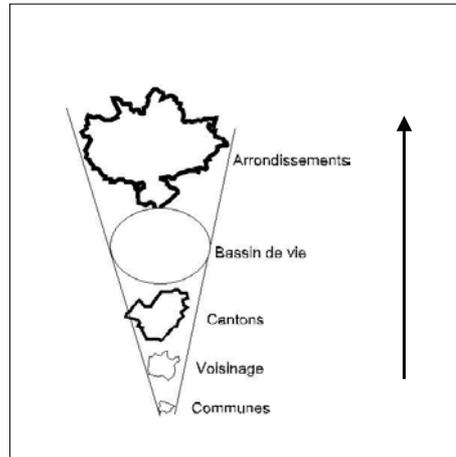
## Des formalisations de l'espace

- Formalisation **implicite**: par la nature des objets
  - Formalisation **explicite**:
    - par une **quantification** ou une **qualification** de l'espace (distance à des éléments structurants, appartenance à des niveaux supérieurs, forme ...)
    - Par une formalisation des **interactions** entre les lieux ⇒ travailler sur des couples de lieux, valués par une mesure de lien.
- formalisme de **structure** (matrice de contiguïté par ex.),
- formalisme de **fonctionnement** (matrice d'interaction spatiale).

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## La notion de contexte

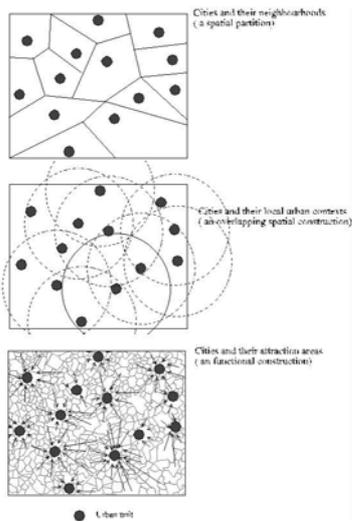
- Prise en compte de caractéristiques locales.
- Mettre en relation ce qui se passe en un lieu avec ce qu'il se passe autour.



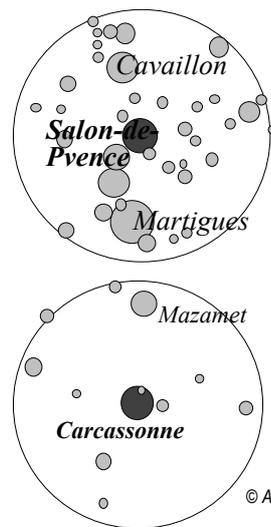
École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## La définition de contextes

=> délimitation



=> mesure

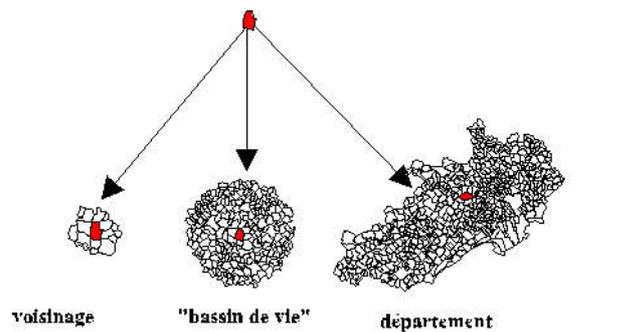


© Archéomédès, 1998

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## L'espace, un ensemble de contextes

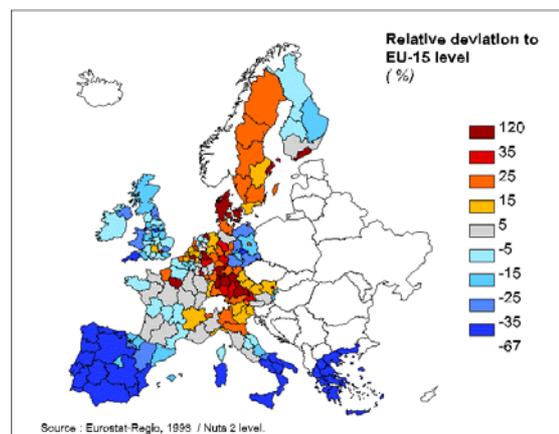
- Les différenciations entre les unités spatiales sont mises en relation avec les caractéristiques locales des unités.



École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Exemple: les différenciations entre les régions européennes

- Les différenciations dans le contexte de l'Union des 15

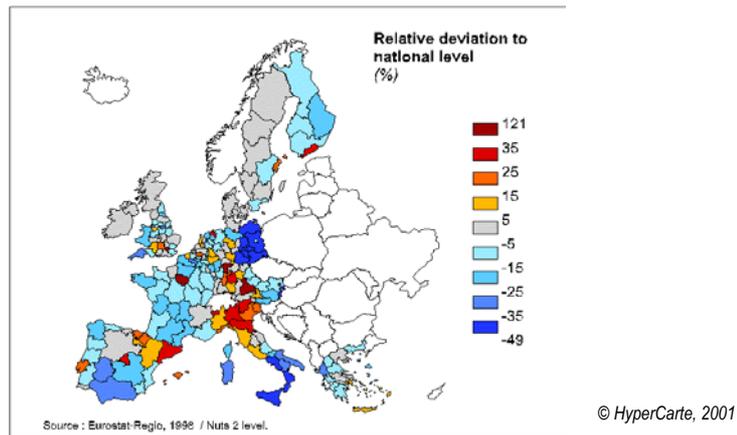


© HyperCarte, 2001

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Exemple: les différenciations entre les régions européennes

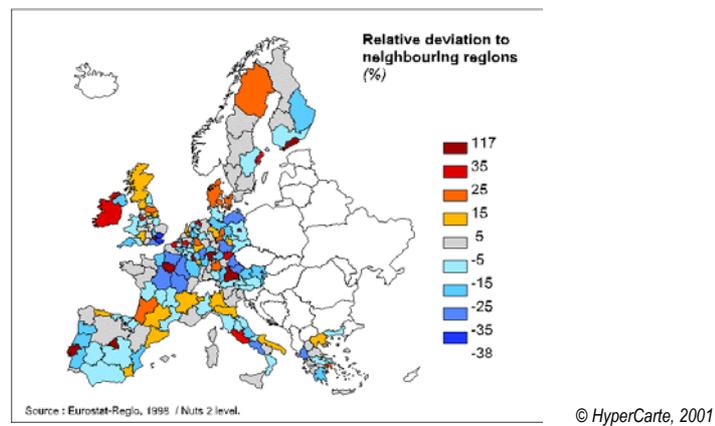
- Les différenciations dans les contextes nationaux



École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Exemple: les différenciations entre les régions européennes

- Les différenciations dans les contextes locaux



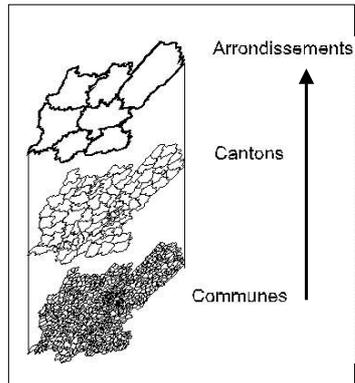
École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Pour conclure....

La structure des données géographiques doit être prise en compte

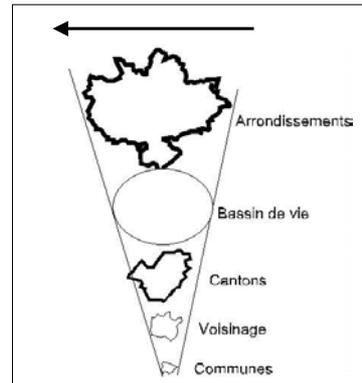
•Verticalement

*Relations d'emboîtement*



•Horizontalement

*Relations spatiales*



École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian



## Analyse spatiale et méthodes en analyse spatiale

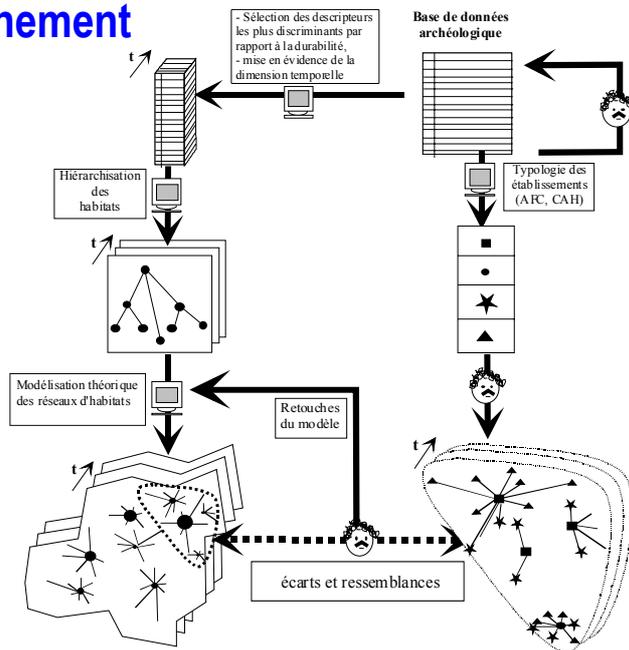
1. Les différentes conceptions de l'analyse spatiale
2. Les données géographiques
3. Espace support, espace actif
4. Quelques exemples méthodologiques

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian



École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Un enchaînement d'étapes.



École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Une grille de lecture

### Méthode

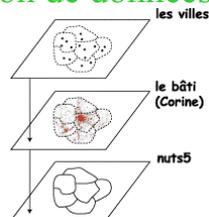
- Descriptive
- Explicative

### Espace

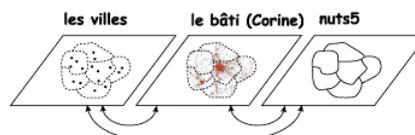
- maillé
- continu

### Multiéchelle

- intégration de données a priori



- intégration de la structure dans la méthode



École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Les familles de traitements statistiques

1 variable  
*univarié*



### Ordres de grandeur:

- tendance centrale
- dispersion, variabilité
- hétérogénéité

2 variables  
*bivarié*



### Analyse des relations

- corrélations
- test du chi2
- Analyse de la variance

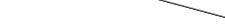
plusieurs variables  
*multivarié*



### Analyse des données

*Toutes les variables jouent le même rôle*

- classifications
- analyses factorielles



### Modèles statistiques

*Une variable « à expliquer »*

- analyse de la variance
- modèle logit

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Quelques exemples méthodologiques

- Recherche de régions homogènes: du bivarié à la classification multivariée
- Recherche de facteurs explicatifs: régression multiple et modèle Logit
- Recherche des spécificités locales: analyse des résidus
- Recherche de structures multi-scalaires: lissage par potentiel

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

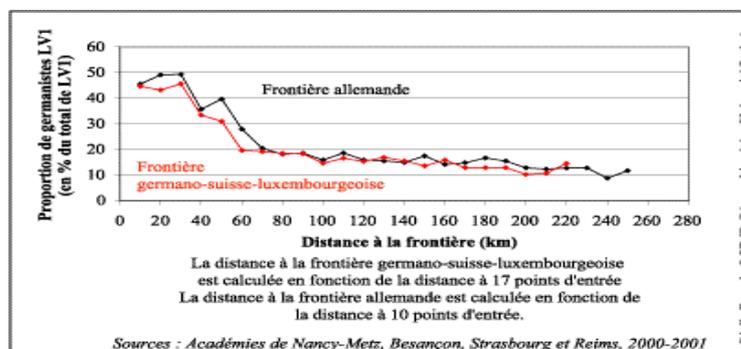
## Recherche de régions homogènes: Adaptation de méthodes classiques

- Analyse de la variance: une variabilité statistique au regard d'une appartenance régionale.
- ✓ *Les différenciations de consommations d'un produit s'expliquent-elles par l'appartenance départementale ?*
- Test du chi<sup>2</sup>: Des distributions au regard d'une appartenance régionale
- ✓ *Les villes sont-elles identiques relativement à leur composition sociales ?*

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Recherche de valeurs seuils

- Régression: un facteur « à expliquer » par un facteur de localisation relative.
- ✓ *Le % de langue vivante 1 « allemand » s'explique-t-il par la distance à la frontière ?*



École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Recherche de discontinuités

### EVOLUTION DU P.I.B. PAR HABITANT DANS LES PROVINCES ITALIENNES DE 1951 A 1991

#### FRACTURES TERRITORIALES DE LA RICHESSE

Forts indices de dissimilarités entre provinces voisines

— 10 - 20 %

— plus de 20 %

#### P.I.B. par habitant

(indice 100= P.I.B. moyen)

200

110

90

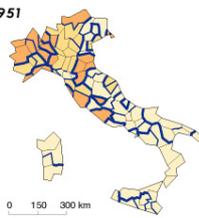
45

source : Celante A. (1994)

1971



1951



1963



1981



1991



SDEC FRANCE - Equipe PA.R.I.S. - Eugénie DUMAS

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Classification et espace

### Le but d'une classification

- Différencier des types

↳ espace support:

- quelle organisation ?
- formes, répartition, pattern...

↳ espace actif

- les descripteurs rendent compte de l'espace.

- Constituer des zonage en régions homogènes

↳ espace actif

Formalisation de l'espace:

- structure (contrainte de contiguïté, voisinages)
- Fonctionnement (la ressemblance est basée sur des mesures de liens entre les unités)

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Classification: rendre l'espace actif en amont

Construire une information multi-échelle décrivant l'unité spatiale par:

- Ses caractéristiques propres
- Son contexte régional
- Son contexte urbain

### MULTISCALAR ANALYSIS OF REGIONAL SETTLEMENT STYLES

region (nuts3)



neighbouring regions



regional urban system



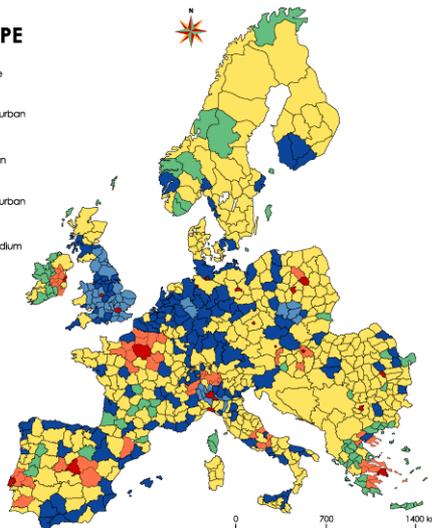
- region x
- neighbouring regions
- population size
- area under urban attractivity

© 2003, H.Mathian

## Et obtenir des types multi-échelles

### SETTLEMENT STYLES IN EUROPE

- regions dominated by a large metropolis
- polycentric regions with high urban and rural densities
- rural areas under metropolitan influence
- polycentric regions with high urban densities
- rural areas with small and medium sized towns
- remote rural areas

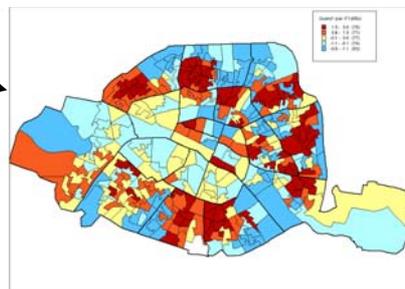
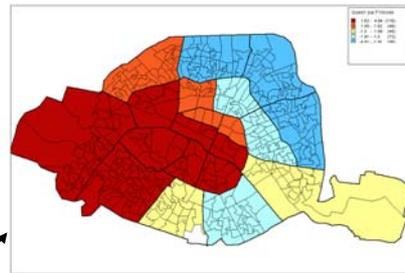
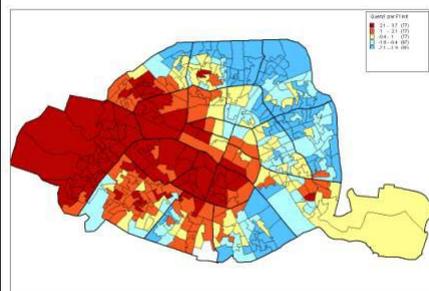


H. Mathian, D. Pumain © SPESP FRANCE - GDR LIBERGEO - UMR Géographie-cités Sources : Moriconi - Ebrard, Geopolis, 1994, et Eurostat.

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Classification: rendre l'espace actif dans la mesure de la ressemblance

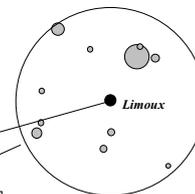
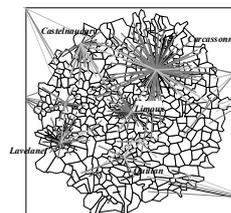
les analyses locales



École thématique

## Régression multiple: rendre l'espace actif en amont

LIMOUX: flux maximal



villes	EXT	PROPI	...PROPK	CONTI	...CONTR
Limoux	-----				

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Un modèle à plusieurs niveaux

$$EXT_i = \sum_{j=1}^k \alpha_j PROP_i^j + \sum_{j=k+1}^l \alpha_j CONT_i^j$$

		urban units < 10 000 inh.	urban units > 10 000 inh.		
		work	services	work	services
cities'	administrative. status	***	***	***	***
	city size	***	***	***	***
properties	employment rate	***	**	NS	**
properties of the local urban context	Network density	***	***	NS	*
	distance to nearest neighbour	***	***	NS	NS
	distance to pole >20 000	*	NS	NS	NS
explained variance		67%	77%	60%	78%

\*\*\*, \*\*, \* means that the variable is statistically significant at the respective levels of .0001, .01, .05.

NS means "not significant"

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Un modèle de pérennité de l'habitat de l'Antiquité et du Moyen-Âge

### • Hypothèses

#### Avantage initial:

*poids relatif, fonctions.*

#### Potentialités, contraintes:

*milieu physique*

#### Accessibilité: possibilités d'interactions

#### Contexte spatial: mécanismes de complémentarité et de compétition.

### • Descripteurs

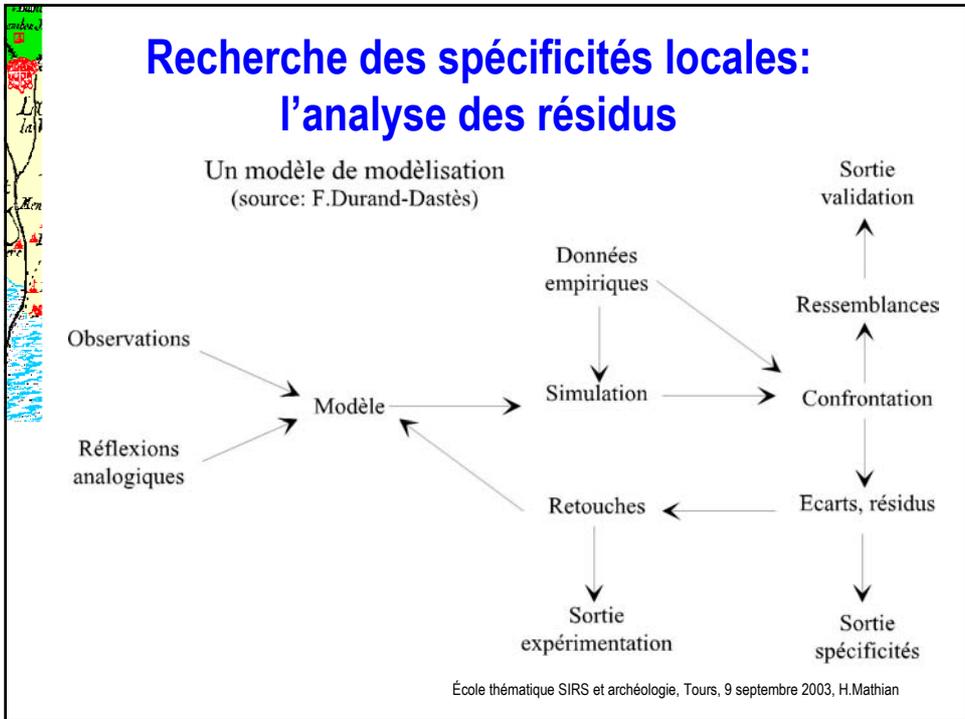
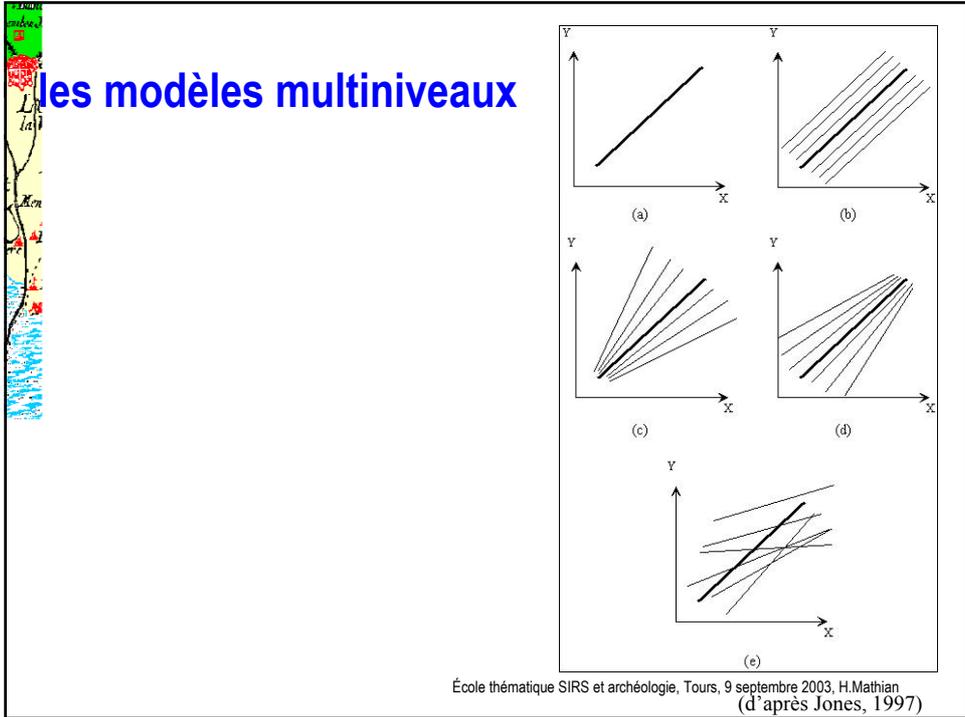
#### ➤ Niveau hiérarchique

#### ➤ Altitude, nature des sols, topographie

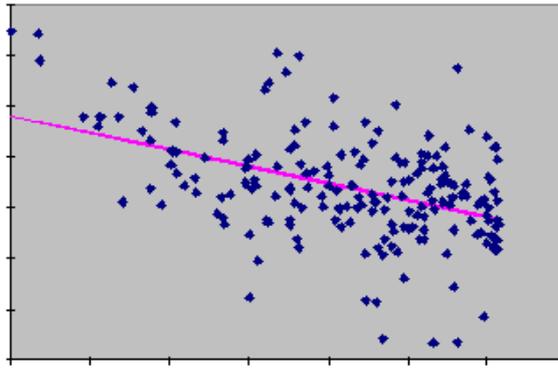
#### ➤ Chemins

#### ➤ Distance au plus proche voisin, à un pôle, densité du voisinage

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian



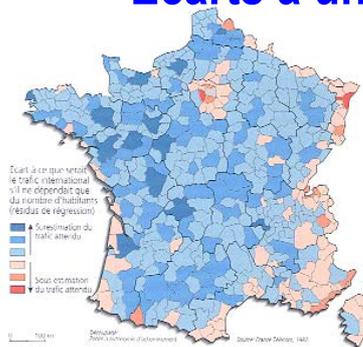
## D'une relation mathématique à l'observation statistique



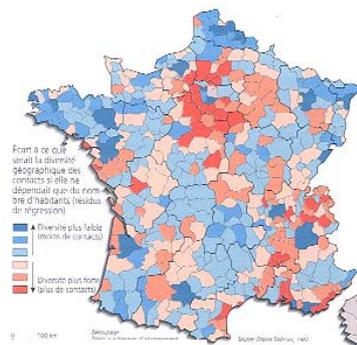
La relation mathématique (droite) généralise l'observation statistique (nuage de points). Les écarts au modèle illustrent les spécificités des lieux par rapport à ce modèle.

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Écarts à un modèle linéaire



**10.7.3. Les appels téléphoniques en direction de l'étranger**  
L'Île-de-France, les villes frontalières et touristiques de la Méditerranée et de la côte atlantique ont un trafic international plus actif que le reste de la France.



**10.7.4. La diversité géographique des destinations téléphoniques**  
À population égale, les zones de Bretagne, du Nord, de Lorraine, d'Alsace et du centre de la France ont moins de contacts et s'opposent aux villes du Bassin parisien, du couloir rhodanien, des Alpes et de la côte méditerranéenne.



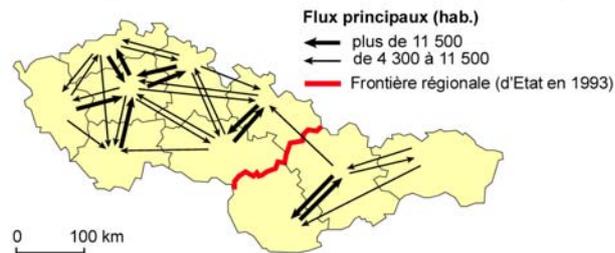
École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Écarts au modèle de gravité

### Flux préférentiels et effets de barrières

Effet de barrière lié à une frontière :

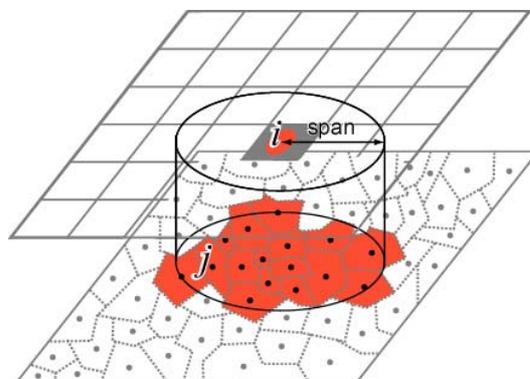
Les flux migratoires entre 1986 et 1990 en Tchécoslovaquie



Source : N. Cattán, C. Grasland, 1994, "Migrations et effets de barrière en Tchécoslovaquie", in V. Rey (ed.), *La Tchécoslovaquie en 1992 : transition, fragmentation, recomposition*, Presses de L'ENS Fontenay-Saint-Cloud, coll. Sociétés, Espace, Temps.

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Recherche de structures multiscalaires: le lissage par potentiel.



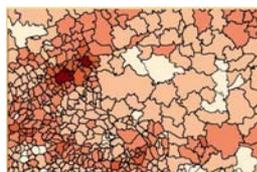
Exemple: on calcule la densité de population dans un rayon de 20 km autour du lieu  $i$  (le rayon= la portée ou span)

© Dumas, Guérois, 2001

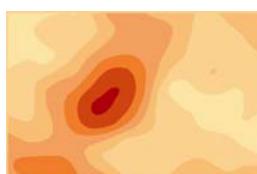
École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Du discret au continu

- On passe ainsi d'une information discrète (maillée) : ...



à une information continue :

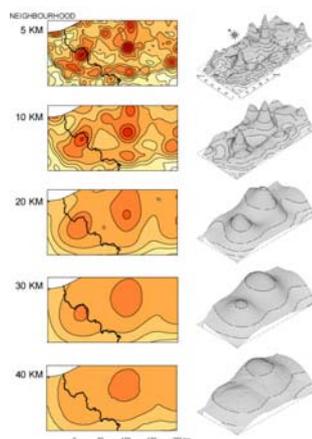


École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian

## Deux lectures pour l'analyse des formes du peuplement

- De l'échelle locale à l'échelle régionale

➤ quel est le « contexte de peuplement » régional d'un lieu donné ?



- De l'échelle régionale à l'échelle locale

➤ Quelle est la « structure interne » des zones de fortes densités à l'échelle européenne ?

Average density population in a gaussian neighbourhood (inhab./km<sup>2</sup>)  
 20 35 60 110 180 320 560 980 1700 2870 5170

© Dumas, Guérois, 2001

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian



## Pour conclure....

- Il y aurait encore beaucoup à dire (réseaux, accessibilités, polarisations, hiérarchies....)
- Cadre de pensée et méthodes sont indissociables
- Domaines d'application sont de plus en plus diversifiés (aménagement, géomarketing, santé publique, agronomie....)
- Domaine où l'interdisciplinarité prédomine autant chez les thématiciens que les spécialistes des méthodes.

École thématique SIRS et archéologie, Tours, 9 septembre 2003, H.Mathian