

Techniques de représentation cartographique

Christian Kaiser
Cartographie & SIG

Types de cartes thématiques

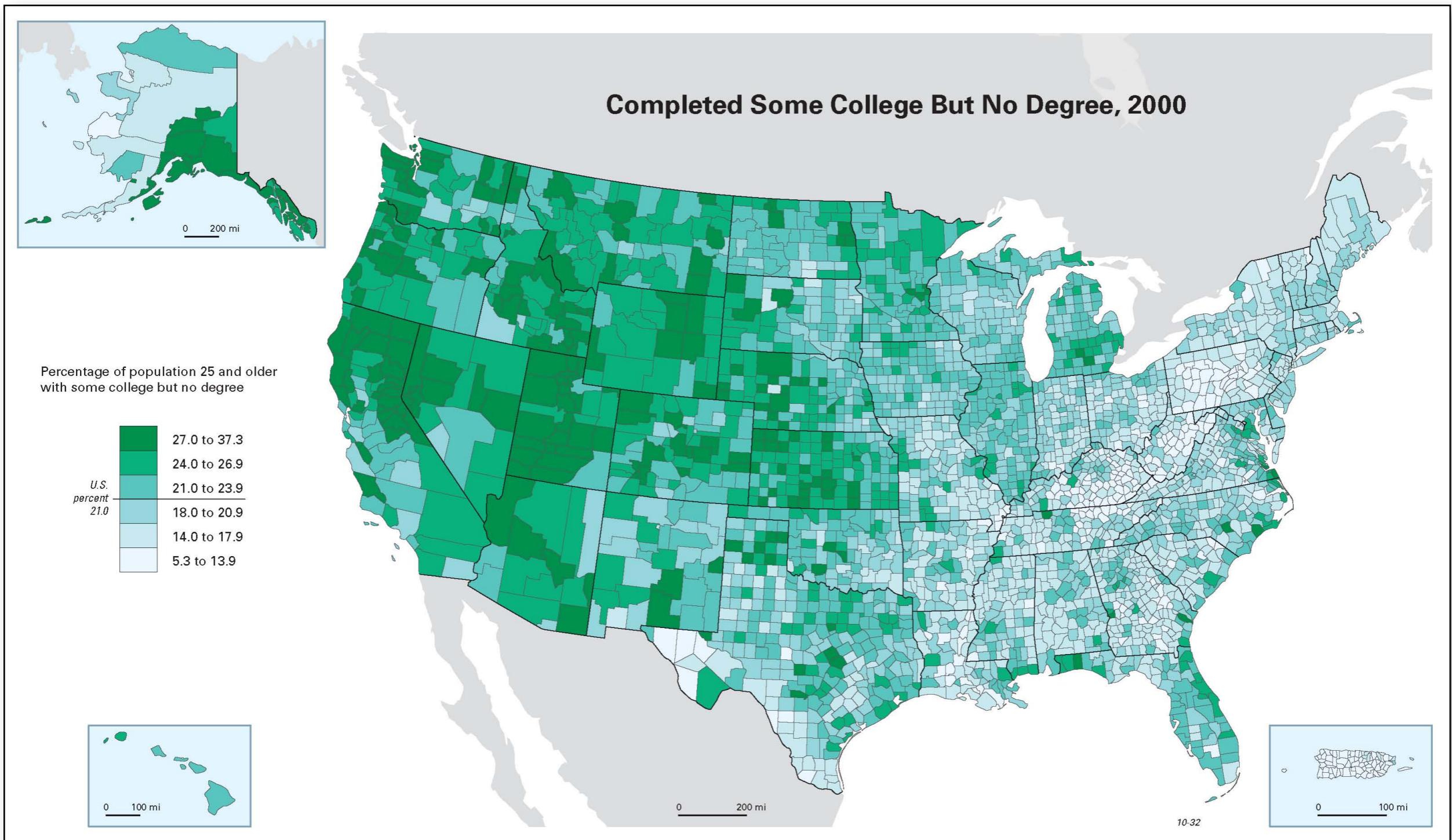
1. **Cartes choroplèthes** (aussi: cartes en plage, aréales, surfaciques)
2. **Cartes en courbes** (aussi: cartes en isolignes, cartes isoplèthes)
3. **Cartes en points** (ou ponctuelles, semis de points, dot maps)
4. Cartes en **symboles proportionnels**
5. **Cartes en diagrammes** (p.ex. anamorphoses)
6. Cartes en **symboles iconiques** (p.ex. cartes touristiques)
7. **Cartes linéaires** (cartes sagittales, cartes de flux ou de réseaux, oursins)
8. Combinaisons: **cartes multivariées**

...

Cartes choroplèthes

- .. **Surfaces discrètes en différents tons** d'une même couleur → **magnitude** d'un phénomène
 - .. choros = espace
 - .. plethos = magnitude
- .. Implantation surfacique
- .. Perception discontinue de l'espace (polygones)
- .. Masses pas représentées

Cartes choroplèthes



Suchan et al. (2007). *Census Atlas of the United States*. Washington DC: US Census Bureau.

Cartes choroplèthes



Baron Charles Dupin (1826).
**«Carte figurative de
l'instruction populaire de la
France»**

Carte choroplète non classée: à
chaque valeur correspond un ton de
gris.

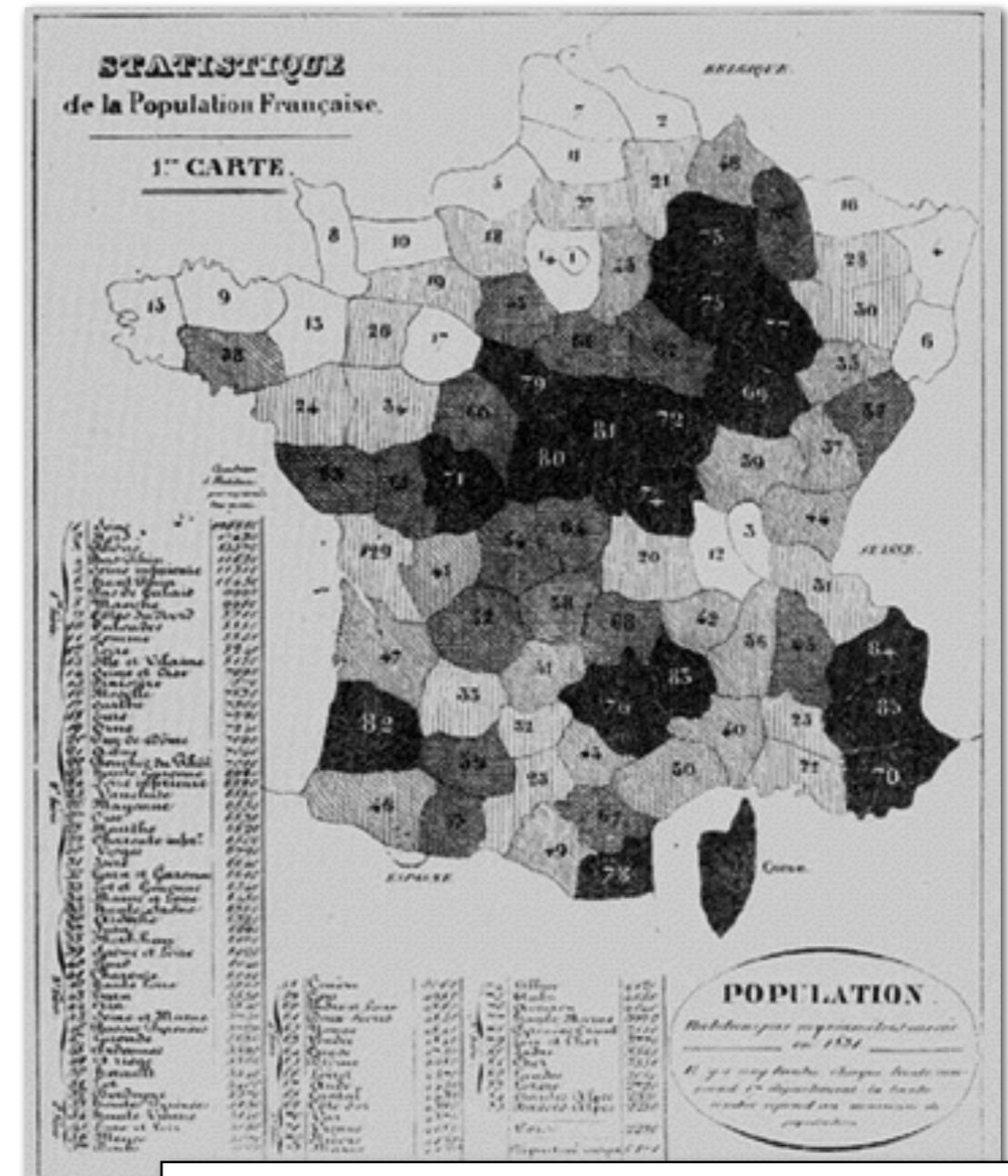


Figure 52 D
France. Orig

D'Angeville (1836). Densité de
la population en France.

Cartes choroplèthes

- .. Idéal pour:
 - .. Trouver la valeur d'une zone spécifique
 - .. Aperçu de la structure spatiale générale
 - .. Comparaison de la structure entre différentes cartes
- .. Limitations:
 - .. **Ne permet pas de représenter des masses** (zones sont de taille différentes). Donc ne pas utiliser des valeurs absolues.
 - .. **Uniquement pour valeurs relatives !!!** Besoin de normaliser les valeurs (p.ex. par rapport à la surface → densité, ou calcul d'un taux / pourcentage)
 - .. **MAUP:** Modifiable Areal Unit Problem

Modifiable Areal Unit Problem (MAUP)

La MAUP est un **biais statistique** qui affecte les valeurs de statistique descriptive (comme moyenne, écart-type etc) en fonction du zonage choisi.

Les zones (souvent arbitraires) des cartes choroplèthes sont affectées par ce problème.

1	3	6	5	8
2	7	2	3	1
9	2	1	9	1
3	4	9	8	6
4	1	5	7	1

mean: 4.32
variance: 8.39

2		6.33
		3.25
3.43		5.75

mean: 4.15
variance: 3.32

		3.8
3.43		5.75

mean: 4.33
variance: 1.55

4.4			4.17	
		5		
	4.33			
			3.75	

mean: 4.33
variance: 0.20

2		6.33
		1.6
6		
3		6.67

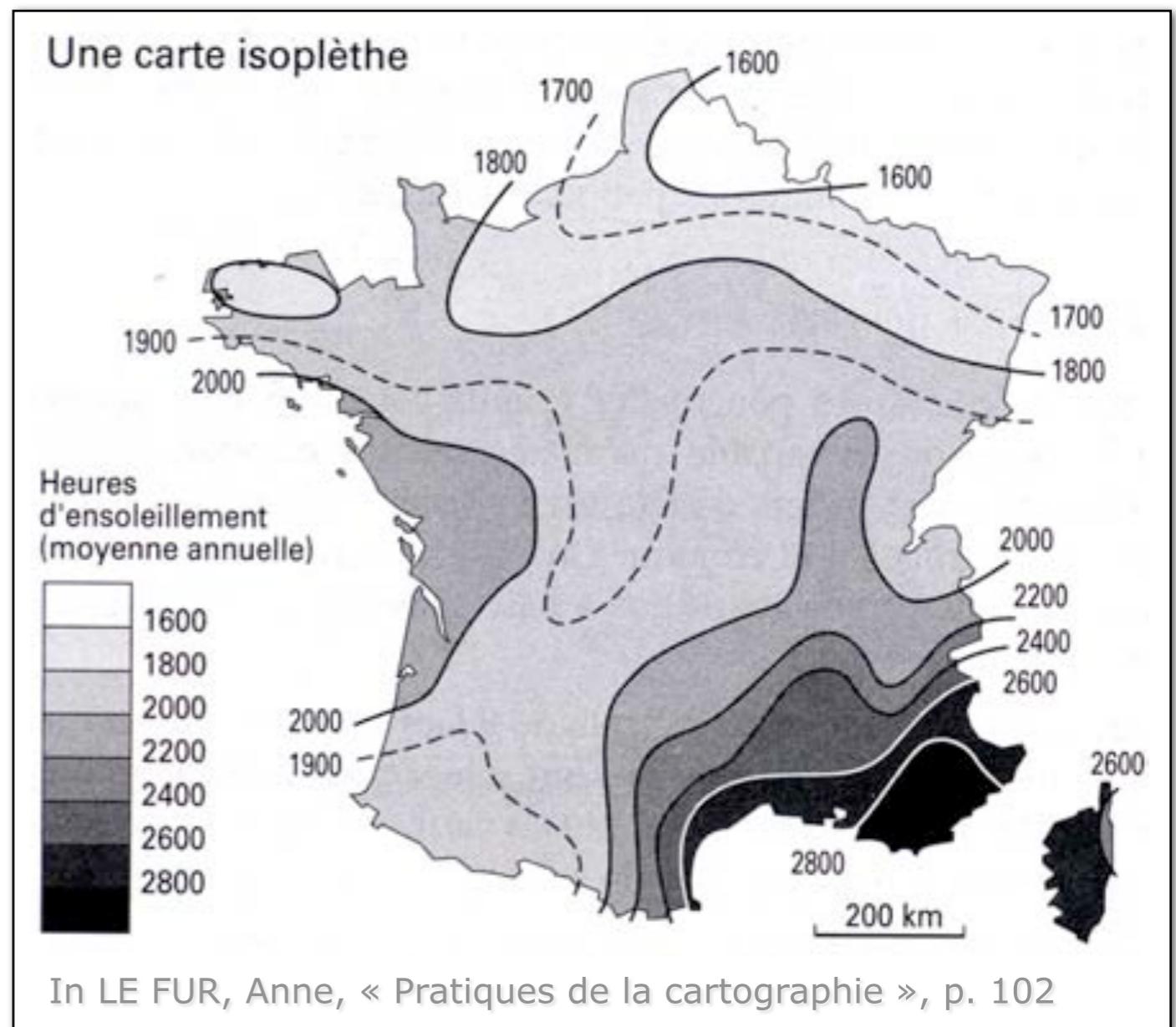
mean: 4.27
variance: 5.38

1.5		5.8
9		1.8
3		8.25
		2.25

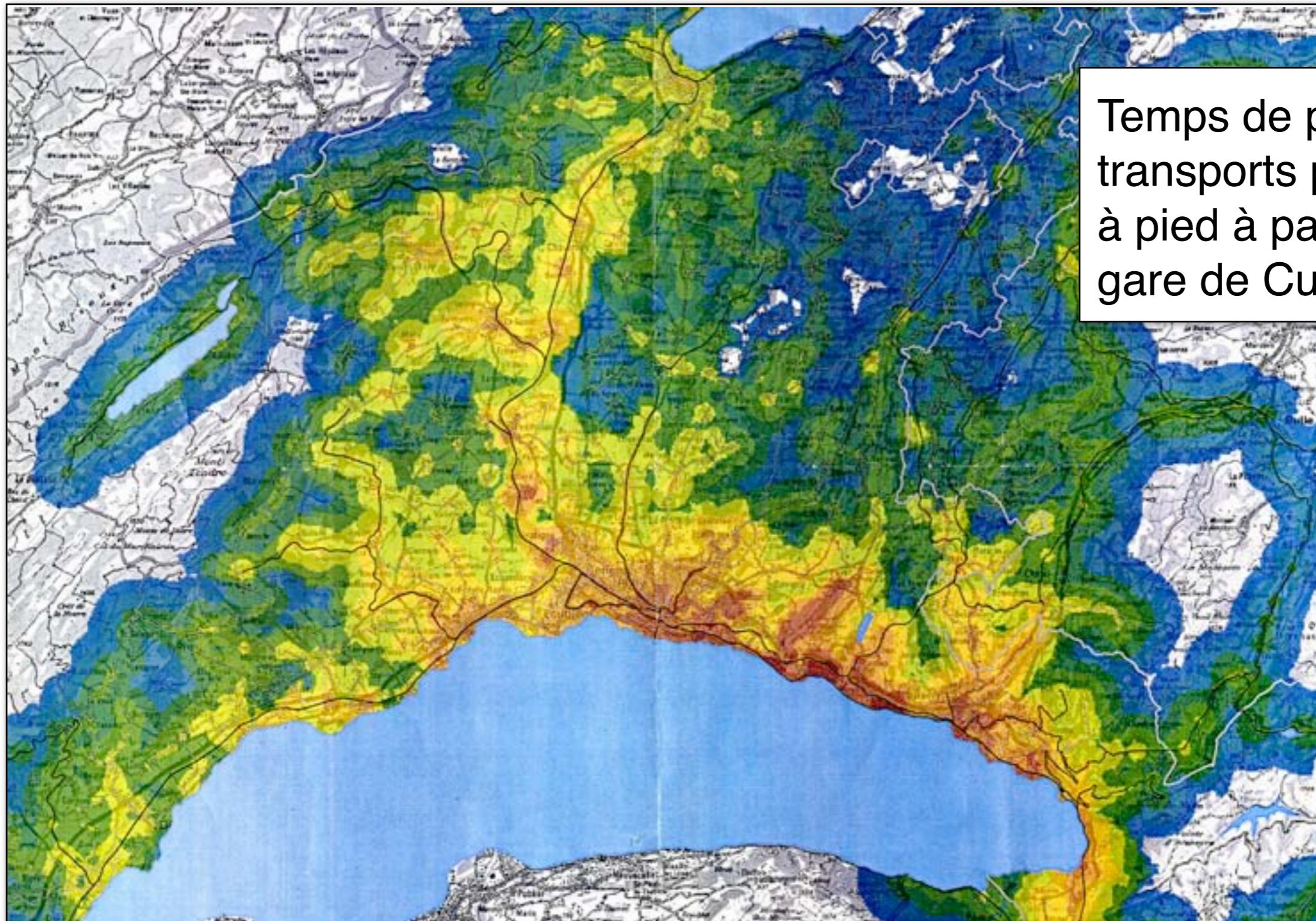
mean: 4.51
variance: 9.93

Cartes en courbes

- .. Un isoplète, ou une isoligne, est une **ligne de valeurs constants**
- .. Idéal pour **phénomènes continus** dans l'espace
- .. Représentation par courbes et/ou surfaces colorées



Cartes en courbes



Temps de parcours en transports publics ou à pied à partir de la gare de Cully, en 2011

Cartes en courbes

Généralement à partir d'un semi de points cotés

Nécessite des méthodes d'interpolation (manuelles, ou p.ex. krigage ou autres méthodes automatiques)

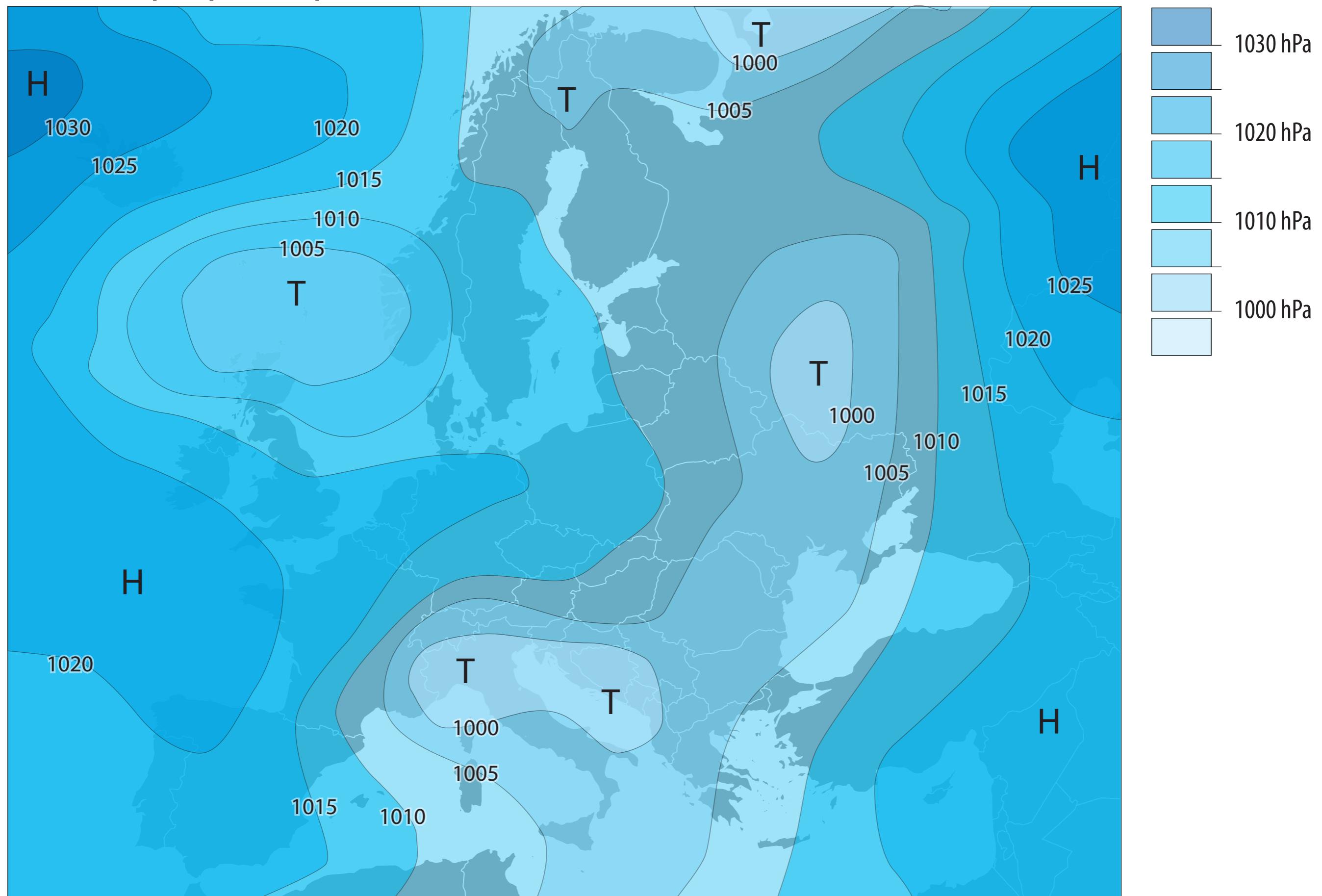
Bonne représentation d'un phénomène continu, typiquement ensemble avec **tons de couleurs** ou «relief ombré»



<http://www.meteosuisse.admin.ch>

Exemples: courbes de niveau, isobares

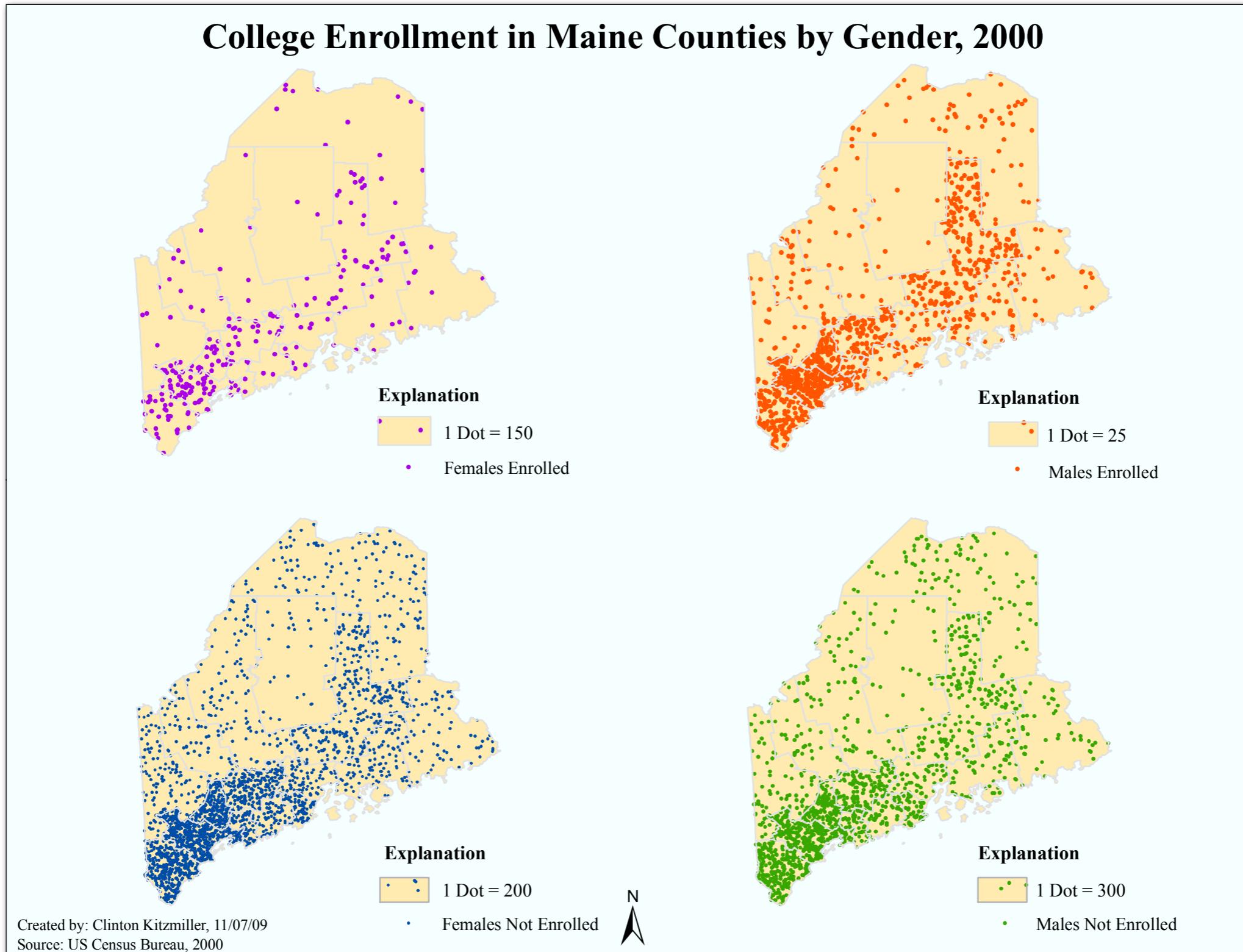
Pression atmosphérique en Europe – 28 octobre 2012



Cartes en points

- .. Cartes ponctuelles, semis de points, dot maps
- .. Implantation des **points selon localisation** réelle
- .. **Valeurs absolues** (quantités)
 - .. Un point = une occurrence, ou N occurrences ($N =$ nombre fixe)
- .. Mais focalise sur **densité** du phénomène

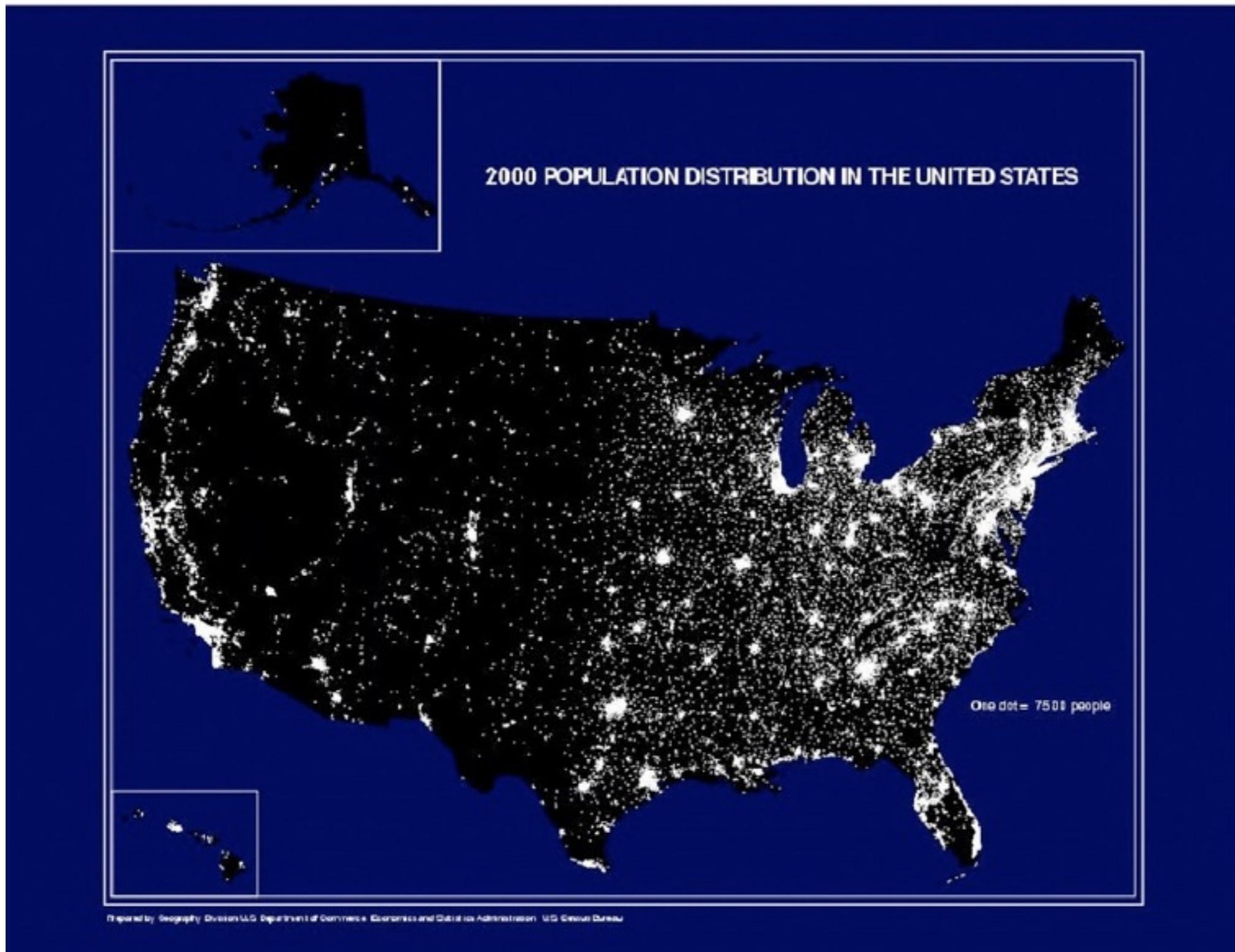
Cartes en points



Cartes en points

- .. Avantages:
 - .. Facile à comprendre
 - .. Montre indirectement la densité
 - .. Données d'origine peuvent être restituées si fait correctement
- .. Désavantages:
 - .. Pénible à créer à la main
 - .. Ordinateur place les points souvent aléatoirement, donc carte en principe fausse
 - .. Nécessite parfois des algorithmes de désagrégation: source d'erreur!
 - .. Si carte optimisée pour l'affichage, difficile de récupérer les données d'origine

Cartes en points

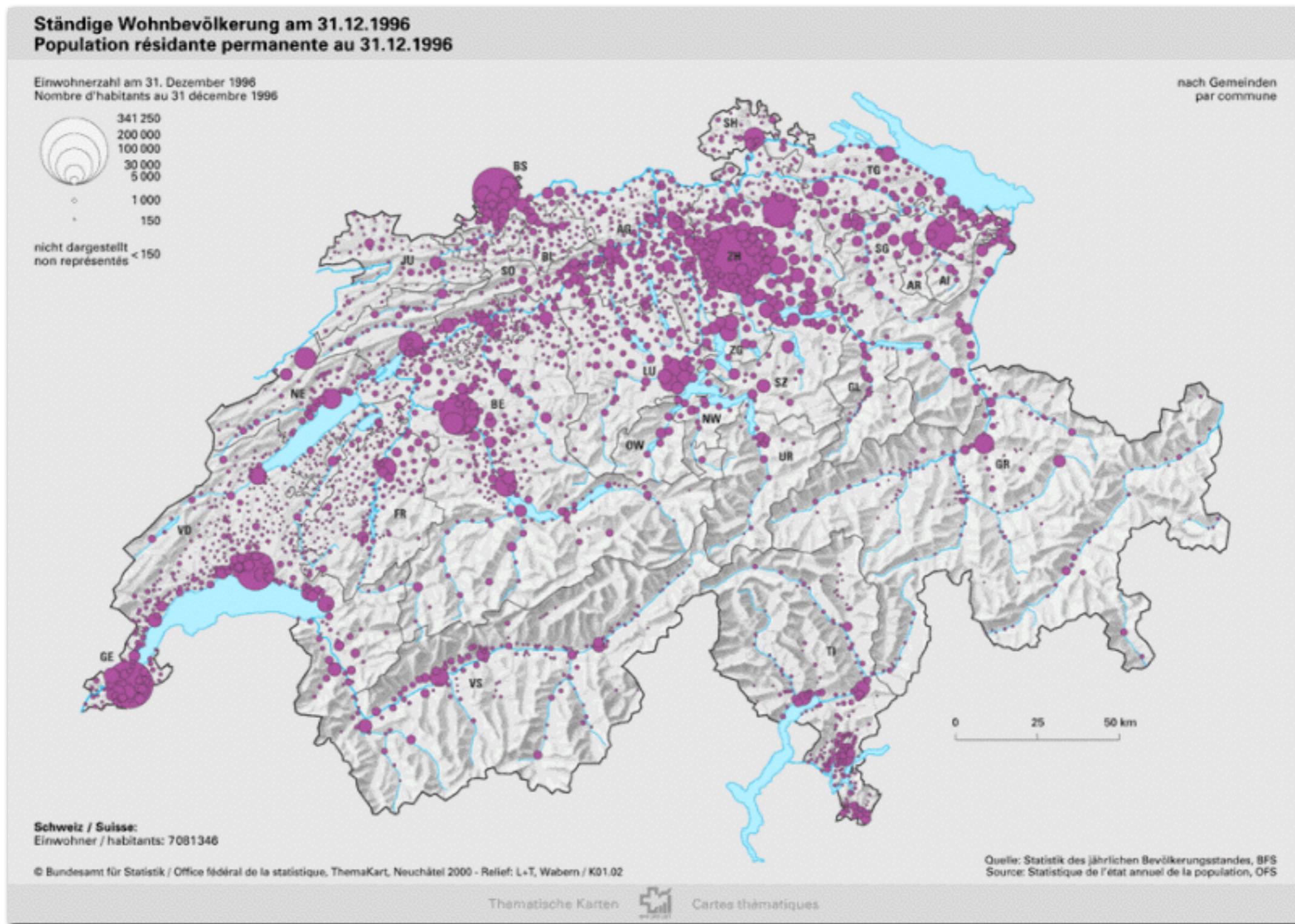


http://4.bp.blogspot.com/-b-htZA7l_Zc/TaW2NhD_j9I/AAAAAAAABU/NHRWr341Nx4/s1600/Map+4.jpg

Cartes en symboles proportionnels

- .. Représentation de variables absolues: nombres, effectifs, quantités (valeurs additives)
- .. Surface du symbole est proportionnel à la valeur
- .. Répond à la question:
quoi, où et combien à cet endroit?
- .. Tout type de symbole est possible, mais **cercles** et **carrés** les plus fréquents

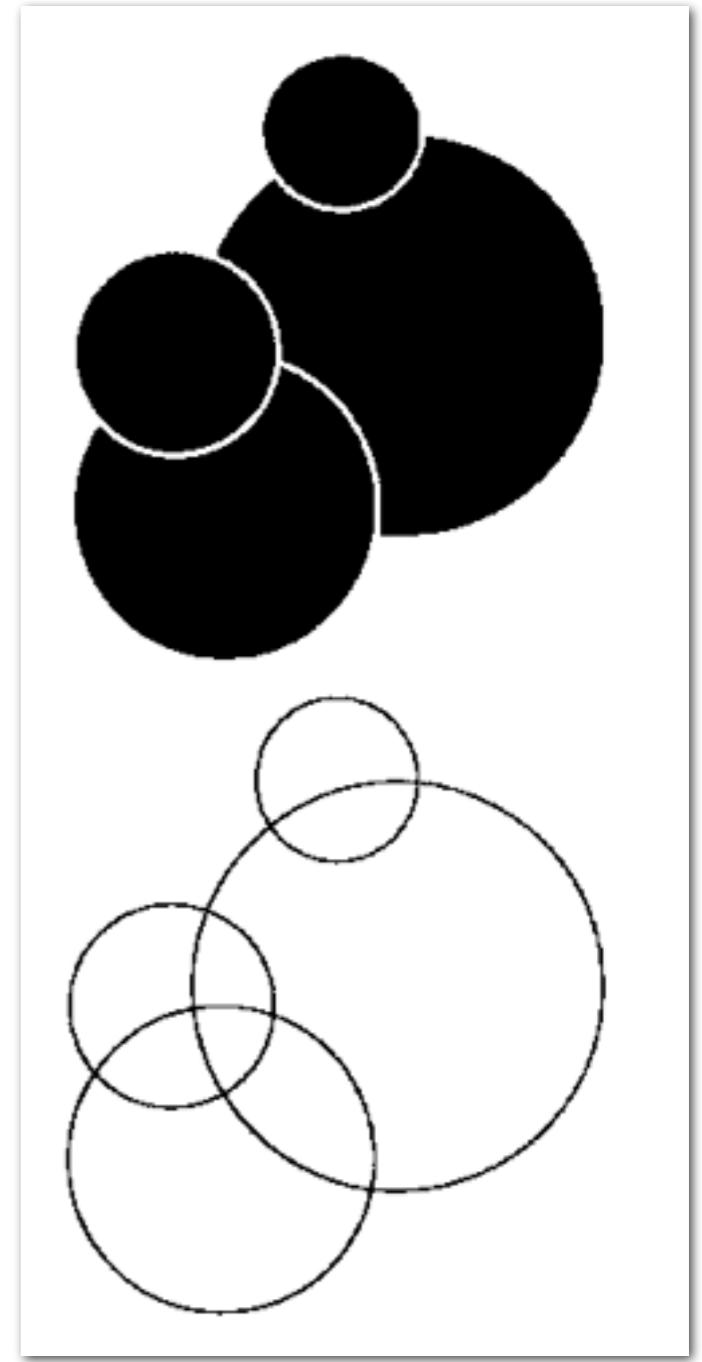
Cartes en symboles proportionnels



http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/regionen/thematische_karten/maps/bevoelkerung/bevoelkerungsstand/0/bevoelkerungsstand.NewWindow.parsys.0003.1.Preview.html

Cartes en symboles proportionnels

- .. Superposition des symboles:
petits par dessus, avec contour
visible
- .. Taille minimale / maximale des
symboles:
 - .. Grands symboles éventuellement
uniquement contour, sans remplissage
(p.ex. Paris...)
 - .. Petits symboles: éviter «crottes de
mouche»; éventuellement introduire
petit biais de taille

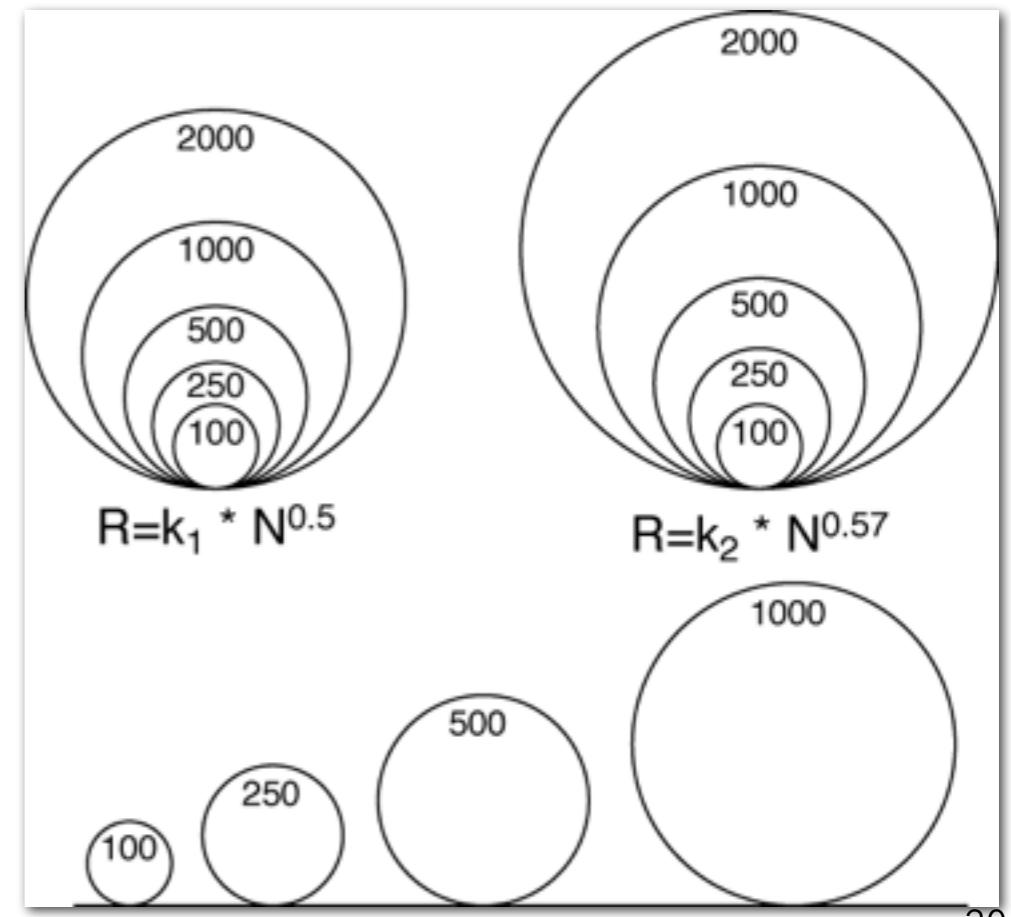


Cartes en symboles proportionnels

- .. Surface du **symbole proportionnelle** à la valeur à cartographier
 - .. Donc p.ex. rayon d'un cercle est proportionnel à la racine carrée de la valeur

Cartes en symboles proportionnels

- .. Taille psychologique de **cercles proportionnels** (Flannery, 1956):
 - .. Typiquement sous-estimation de la taille de cercles si rayon proportionnel à la racine carrée des valeurs
 - .. Calcul «normal» du rayon:
$$r = k_1 \cdot N^{0.5}$$
 (k = constante, N = valeur)
 - .. Calcul corrigé du rayon, d'après Flannery:
$$r = k_1 \cdot N^{0.57}$$
- .. Flannery, J. J. (1956). The graduated circle; a description, analysis and evaluation of a quantitative map symbol. Unpublished Dissertation, Department of Geography, University of Wisconsin, Madison, WI.



Cartes en symboles proportionnels

- .. Ajustement de Flannery parfois contesté:
 - .. Pas toutes les personnes aperçoivent la taille des cercles de la même manière
 - .. Impossible de «mesurer» la valeur exacte sur la carte
- .. Ajustement de Flannery s'applique uniquement aux cercles: **carrés ont beaucoup moins ce problème de sous-estimation**
 - .. Donc prendre des carrés au lieu de cercles améliore perception de la carte...

Cartes en symboles proportionnels

- .. Autres problèmes liés à la perception, p.ex. illusion d'Ebbinghaus

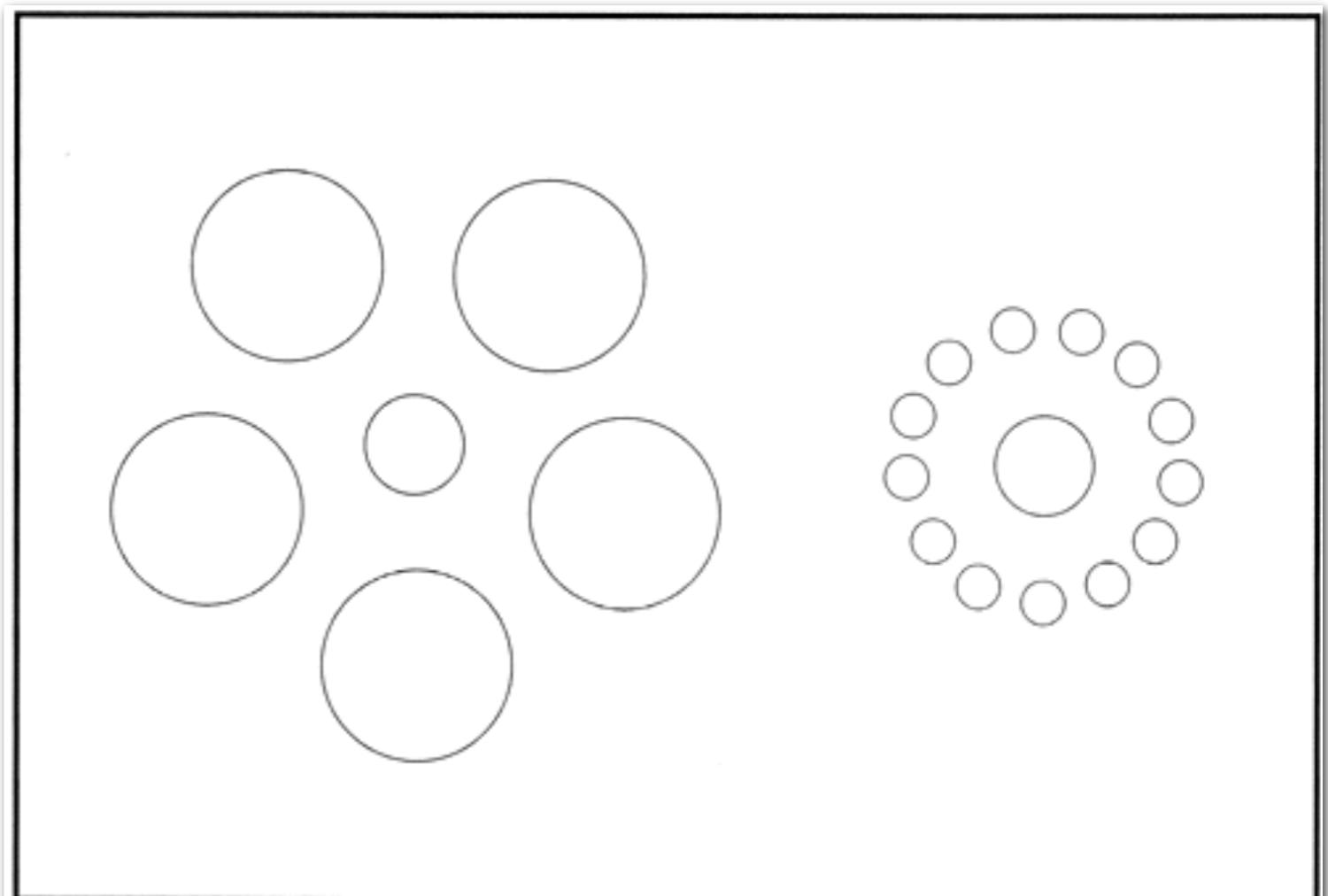


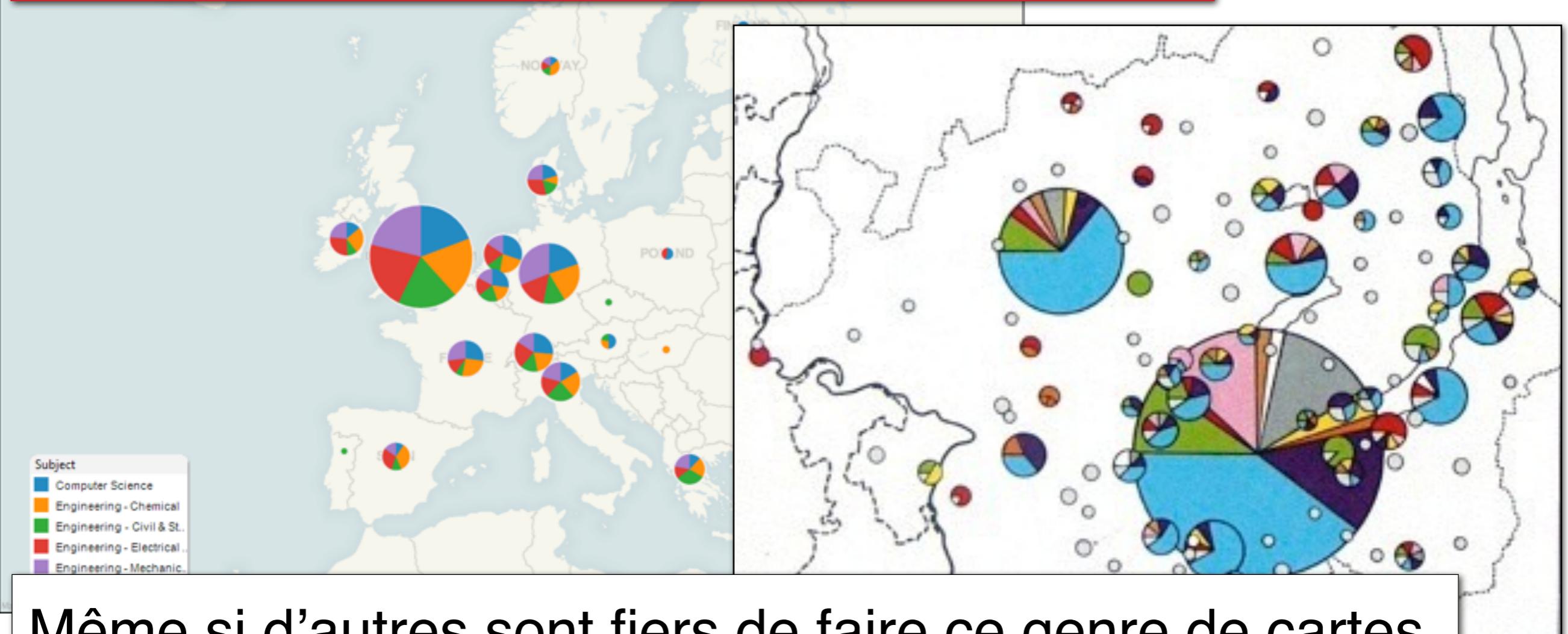
FIGURE 7.7. The Ebbinghaus illusion: the two circles in the middle of the surrounding circles are identical in size, but the one surrounded by larger circles appears smaller.

Cartes en symboles proportionnels

- .. Avantages:
 - .. Simple et efficace
 - .. Facile à comprendre
 - .. Facile à mettre en place
- .. Désavantages:
 - .. Illusions optiques
 - .. Superposition peut déranger dans certains cas
 - .. Facile à abuser: p.ex. camemberts proportionnels etc.

Cartes en symboles proportionnels

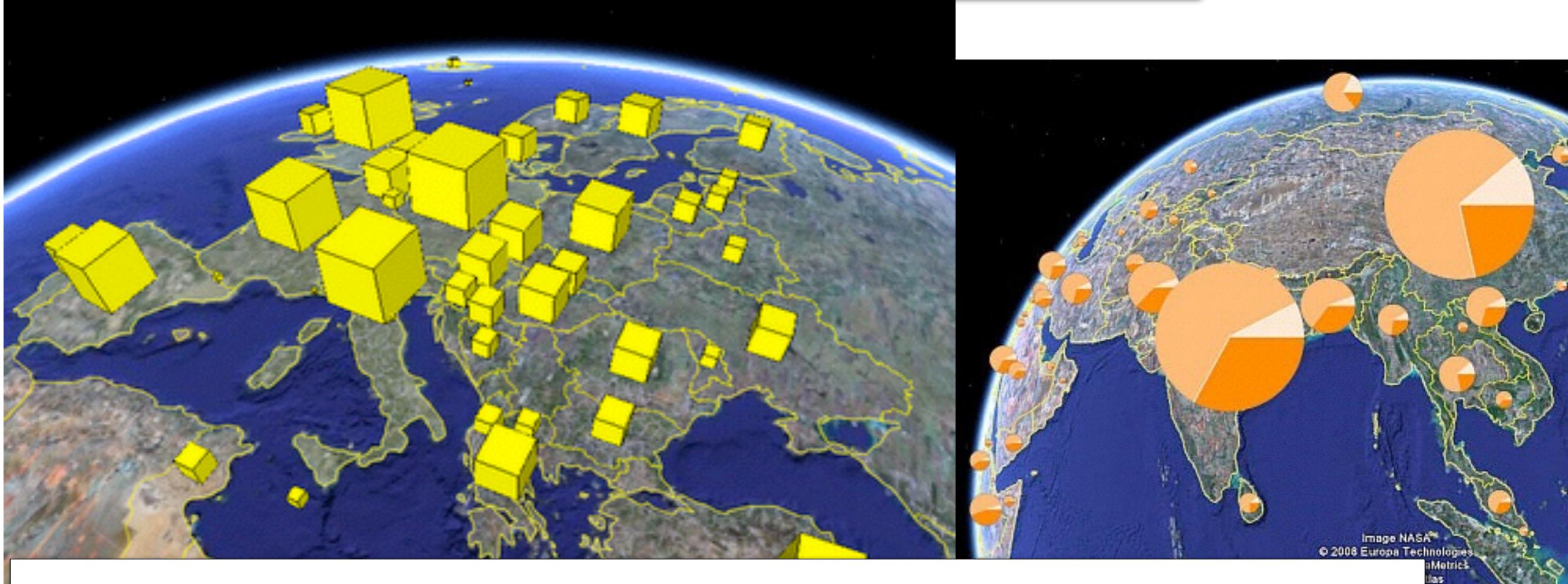
Never, never, NEVER make this kind of map!
Even not at gunpoint!



Même si d'autres sont fiers de faire ce genre de cartes.
Simple is beautiful! Et surtout plus efficace.

Cartes en symboles proportionnels

Never, never, NEVER make this kind of map!
Even not at gunpoint!



Même si d'autres sont fiers de faire ce genre de cartes.
Simple is beautiful! Et surtout plus efficace.

Cartes en symboles proportionnels

- .. Faites des **cartes simples**: c'est plus efficace.
- .. Si nécessaire faire plusieurs cartes les unes à côté des autres au lieu des camemberts proportionnels
- .. **Ajuster soigneusement la taille** des symboles.
- .. 3D ne donne pas de plus-value, mais très efficace pour dégrader la lisibilité (pas seulement des cartes!)
- .. Utiliser si possible des **carrés comme symboles proportionnels**: c'est plus efficace

Cartes en diagrammes

- Représentation orientée vers les données
- La localisation des symboles n'est pas associée à la localisation réelle
- Correspondance thématique avec la réalité géographique

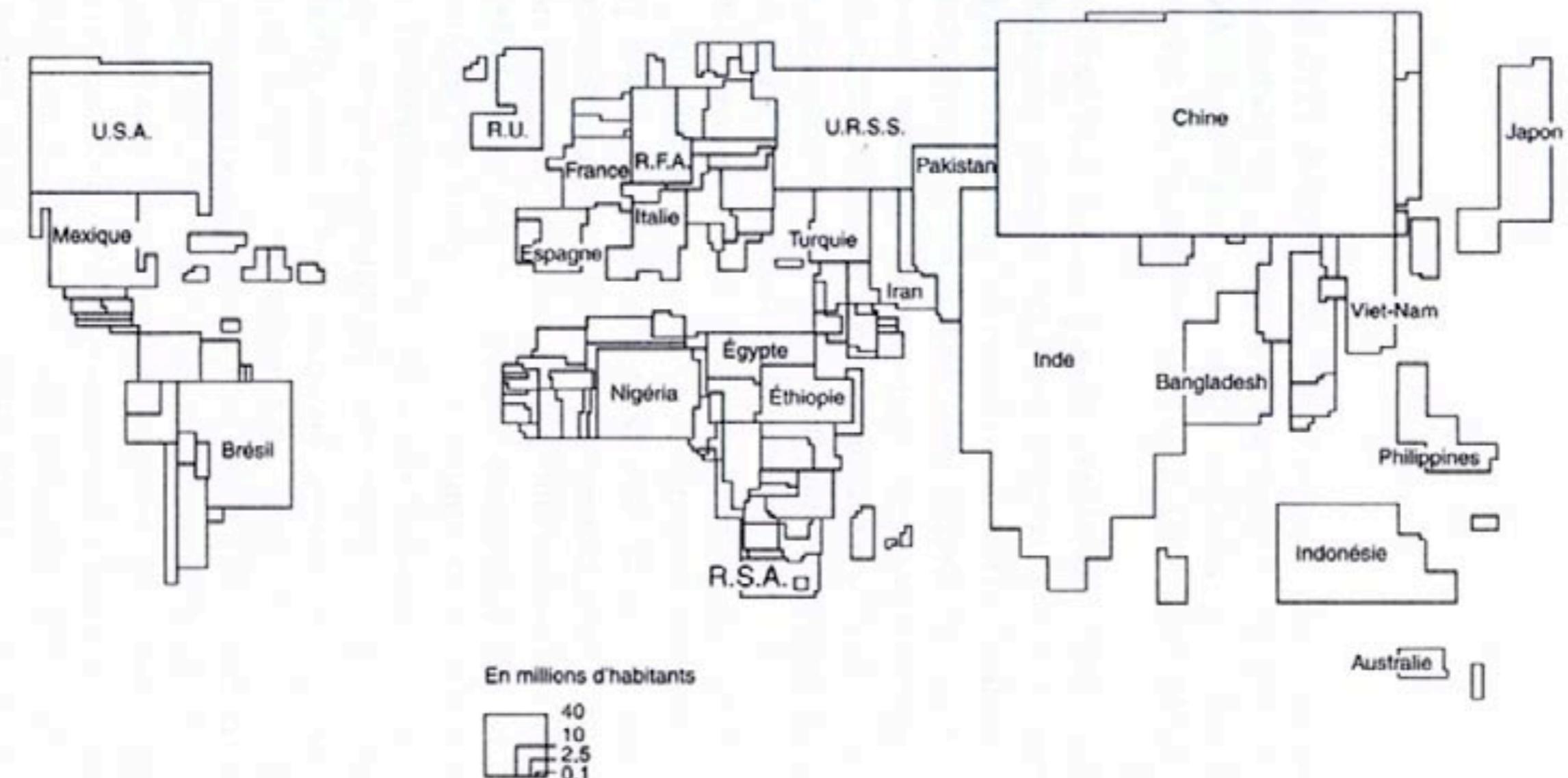


Cartes en diagrammes: anamorphoses

- .. Aussi: cartogrammes, cartes piézoplèthes
- .. Superficie des unités n'est pas proportionnelle à la surface réelle, mais à une quantité comme la population, le PIB etc.
- .. Permet de cartographier des **valeurs absolues**
- .. Équivalente à carte en symboles proportionnels
- .. Densité de la valeur cartographiée égale partout (donc carte à **densité constante**)

Cartes en diagrammes: anamorphoses non-contiguës

FIGURE 10.1 DISTRIBUTION DE LA POPULATION EN 1990



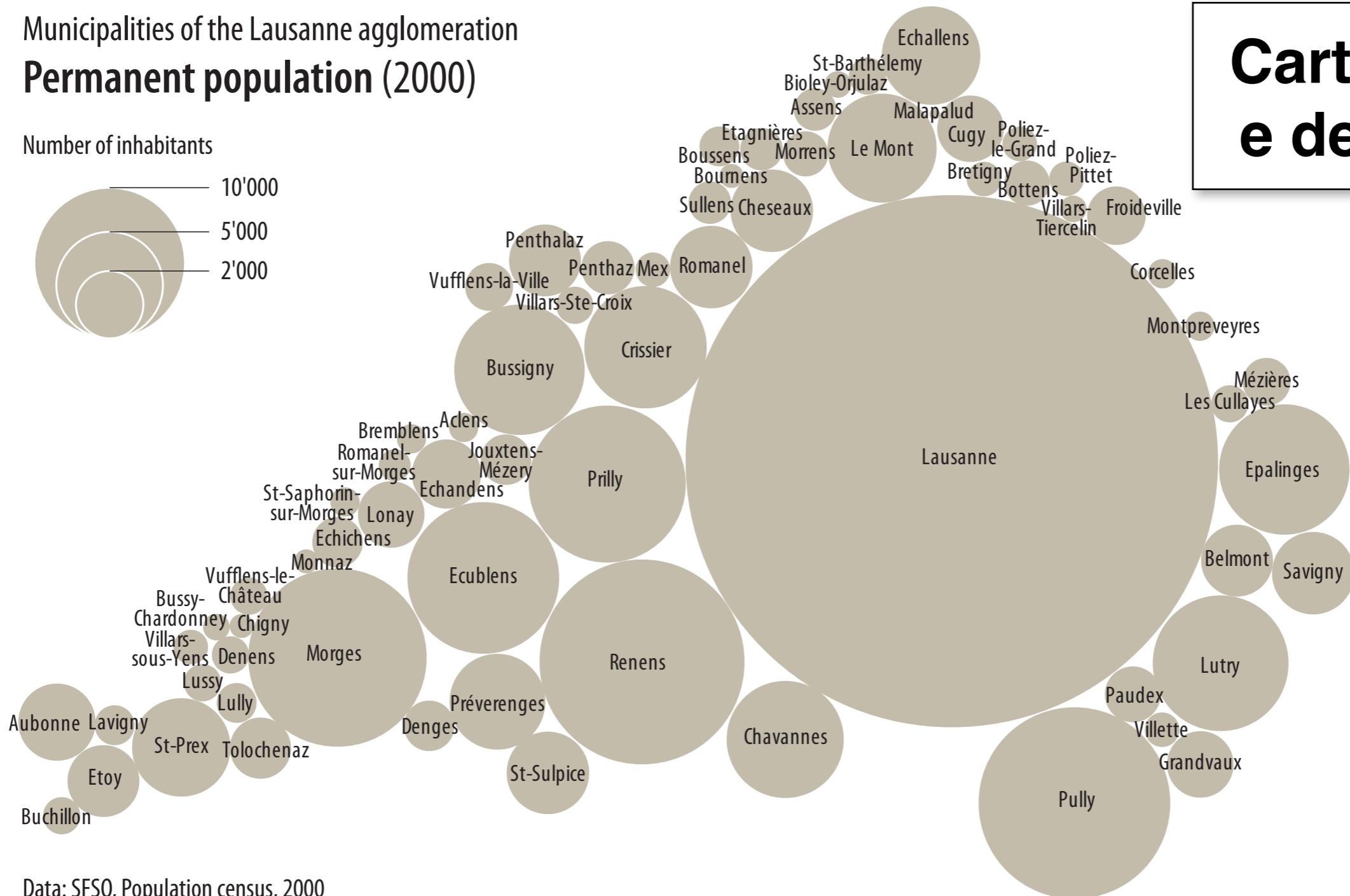
D'après Daniel Noin, *Atlas de la population mondiale*, Ann. Démogr. N.U. 1985 - World Popul., Data Sheet, P.R.B. 1985.

Cartes en diagrammes: anamorphoses non-contiguës

Municipalities of the Lausanne agglomeration
Permanent population (2000)

Number of inhabitants

10'000
5'000
2'000



Data: SFSO, Population census, 2000

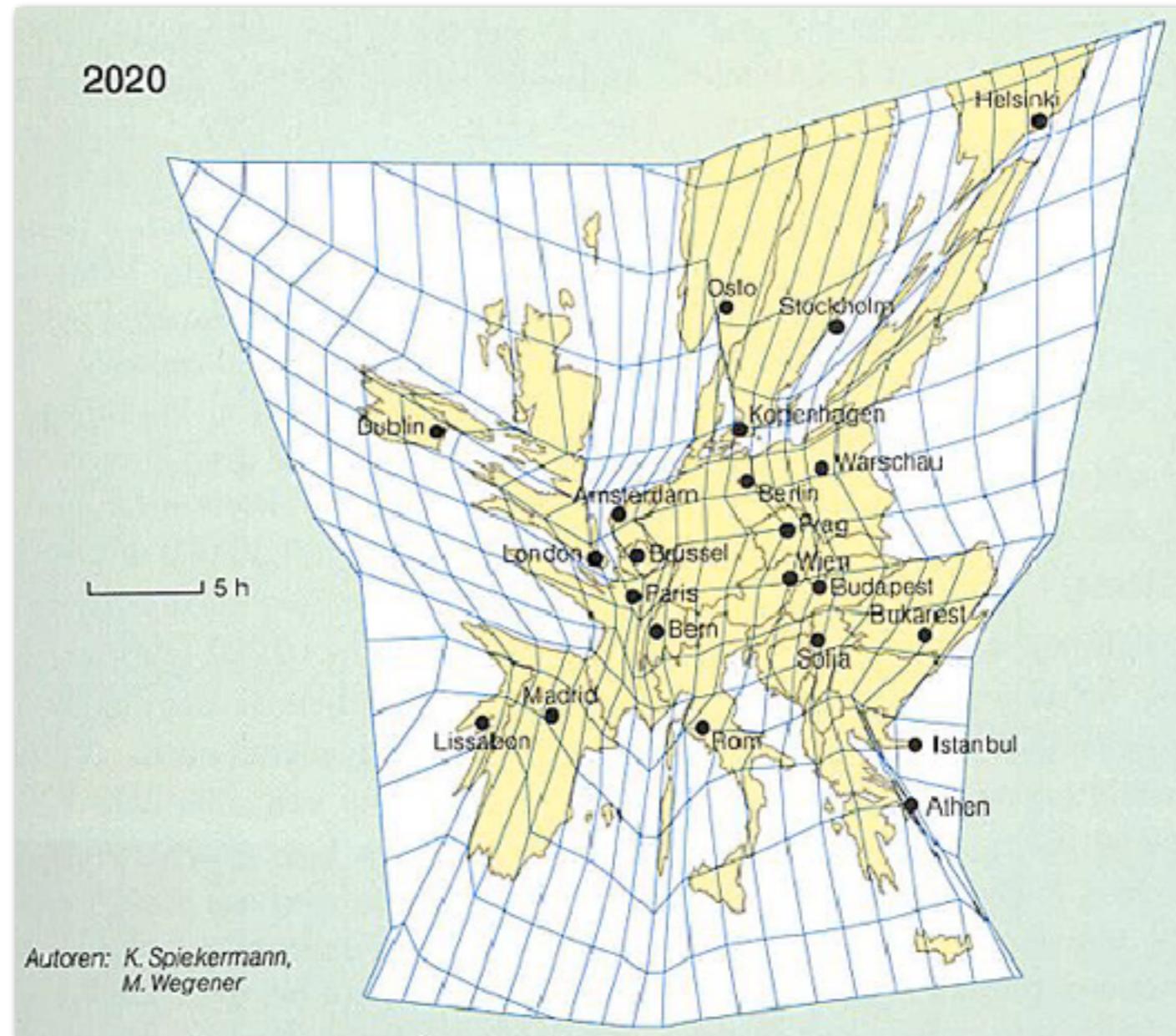
Cartogramme de Dorling

Cartes en diagrammes: anamorphoses contiguës



<http://www.worldmapper.org>

Cartes en diagrammes: anamorphoses linéaires



Spiekermann & Wegener: «Shrinking Europe»
L'impact du réseau de trains à grande vitesse

Cartes en diagrammes

- .. Avantages:
 - .. Fort impact visuel
 - .. Phénomène cartographié souvent facile à comprendre
- .. Inconvénients
 - .. Distorsions potentiellement trop importantes
 - .. Orientation peut être difficile
 - .. Peuvent être difficiles à créer, si aucun logiciel n'est disponible
(pour anamorphoses contiguës, des logiciels conviviaux existent, p.ex. ScapeToad: <http://scapetoad.choros.ch>)

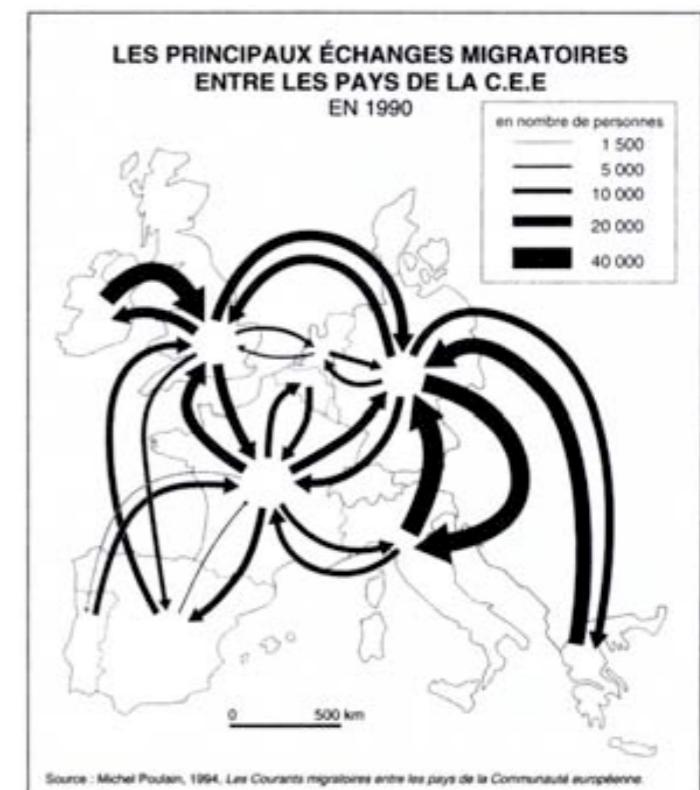
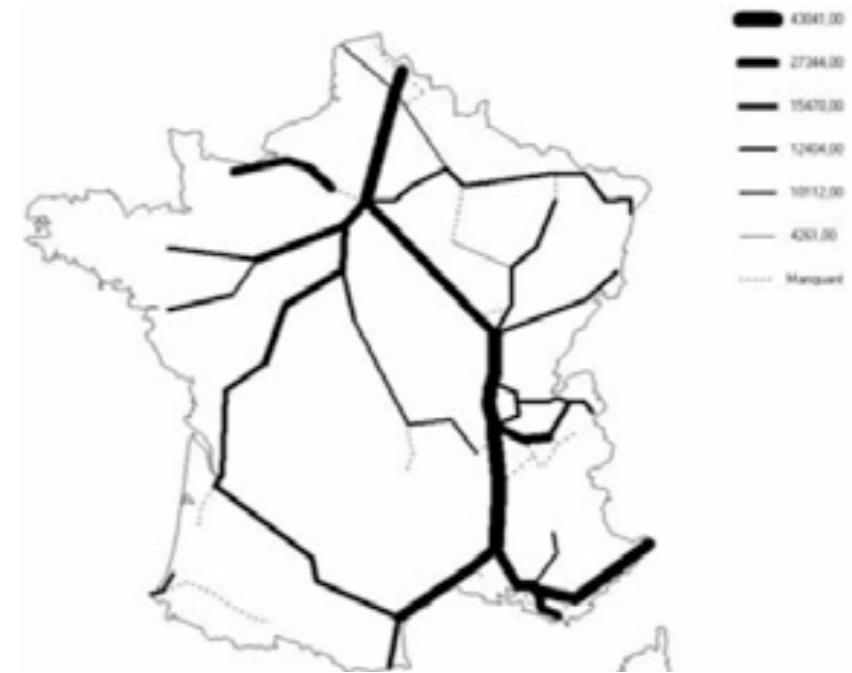


Cartes en symboles iconiques

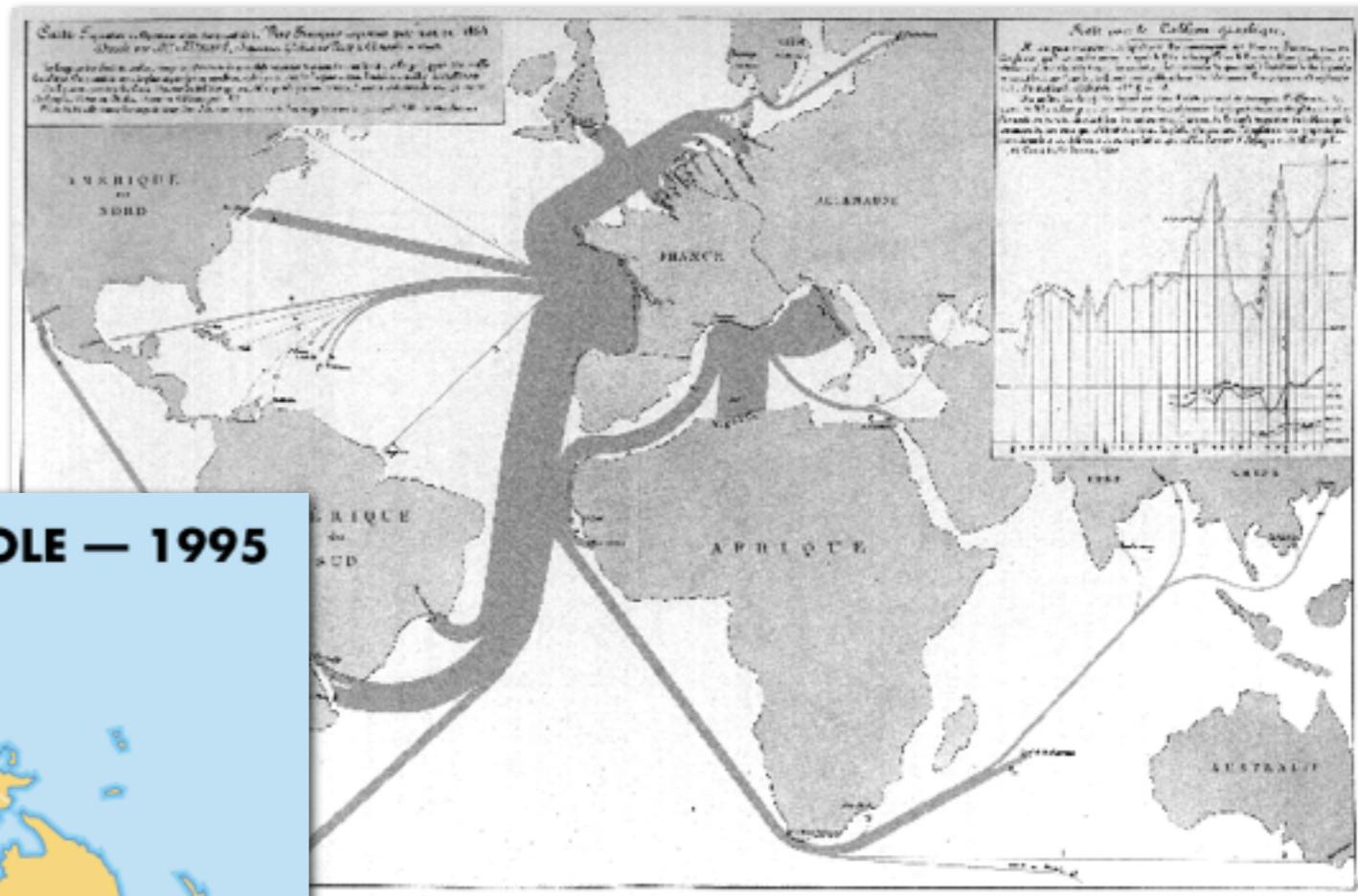
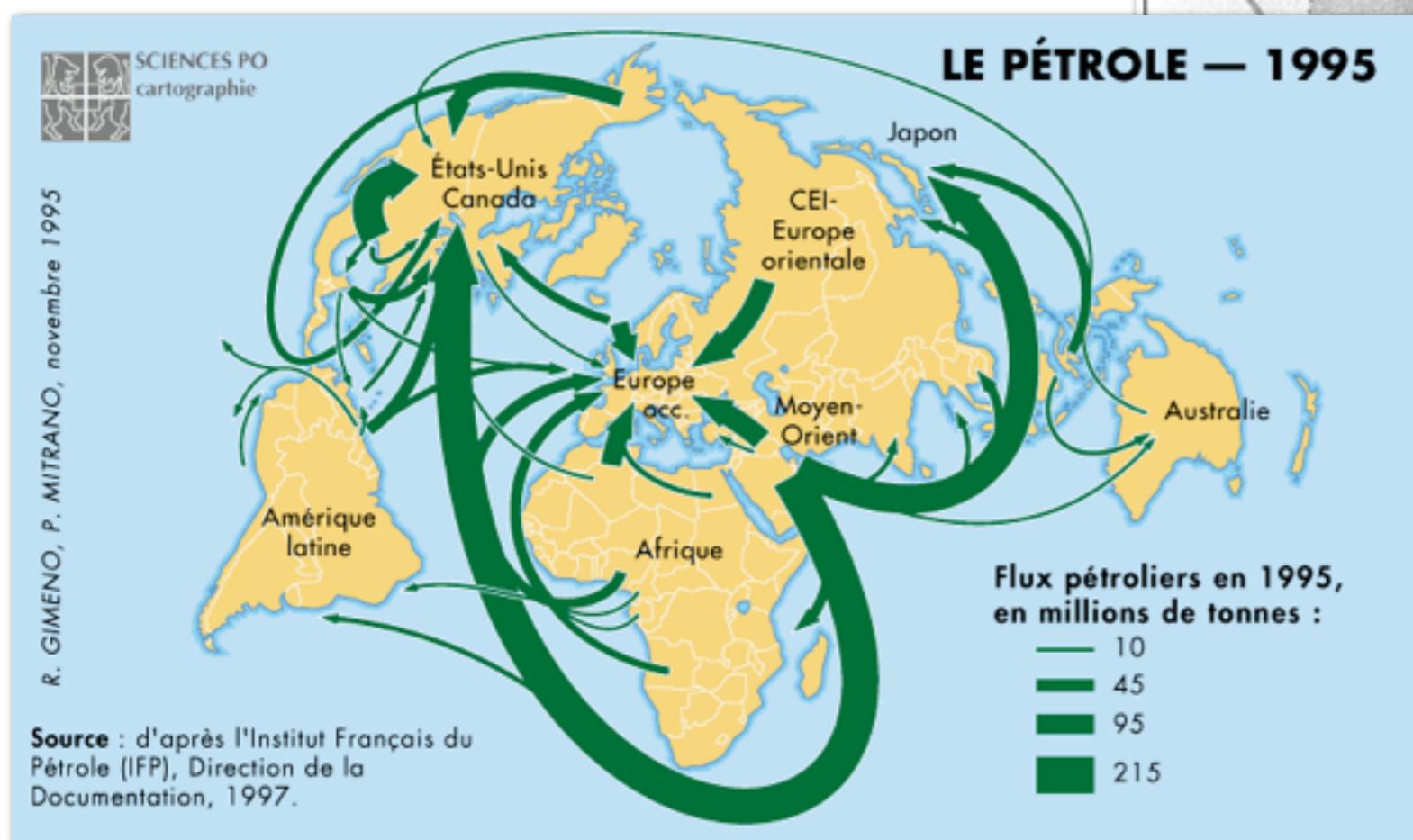


Cartes linéaires

- .. Cartes sagittales (flèches), de flux ou de réseau, «oursins»
- .. Pour traduire des relations, l'orientation de flux (personnes, biens, informations, etc.), la structure ou la charge de réseaux
- .. Cartographie statique des réalités en mouvement...



Cartes de flux



Cartes linéaires

Güterverkehr 2008: Strasse

Trafic marchandises 2008: route

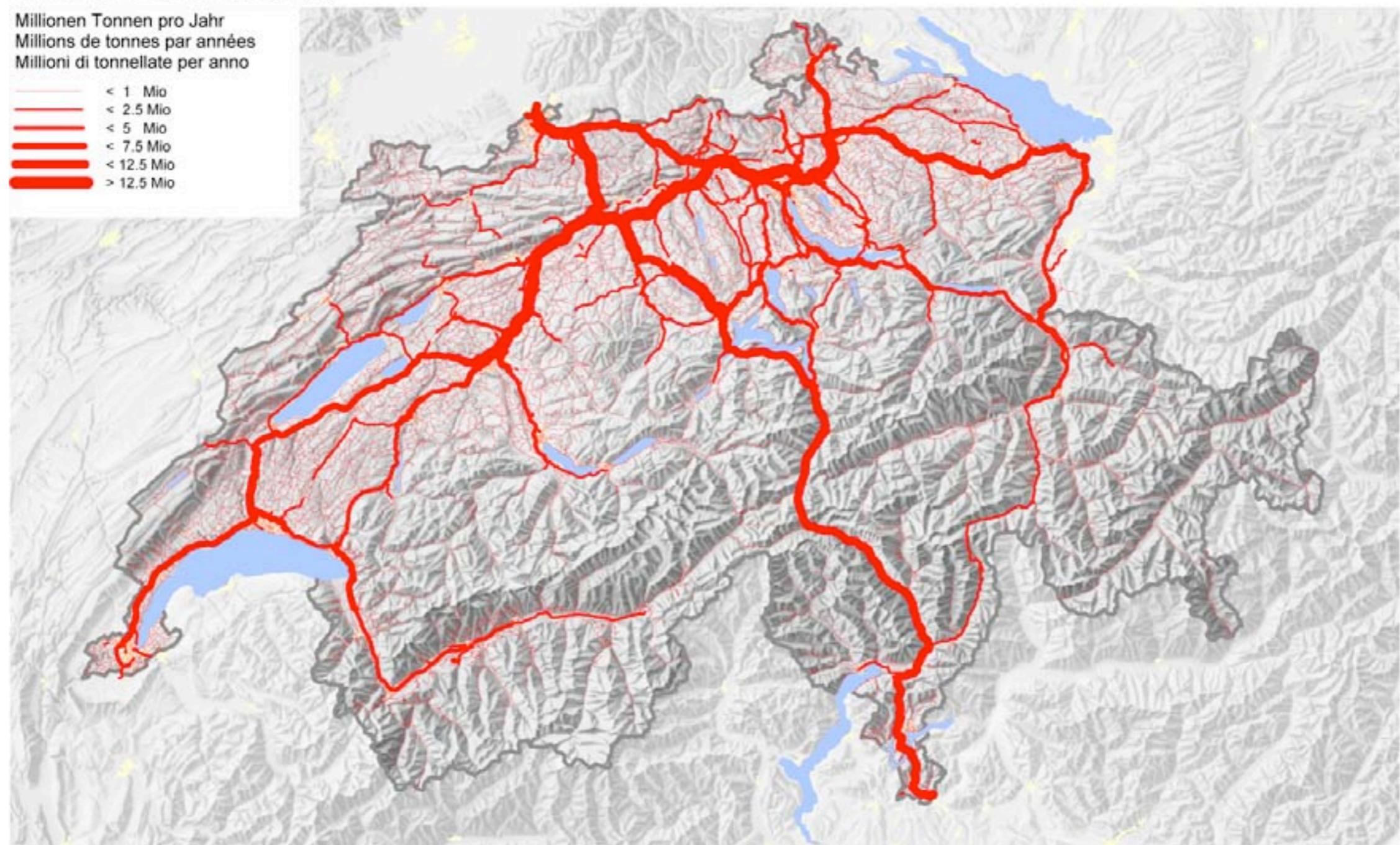
Traffico merci 2008: strada

Millionen Tonnen pro Jahr
Millions de tonnes par années
Millioni di tonnellate per anno

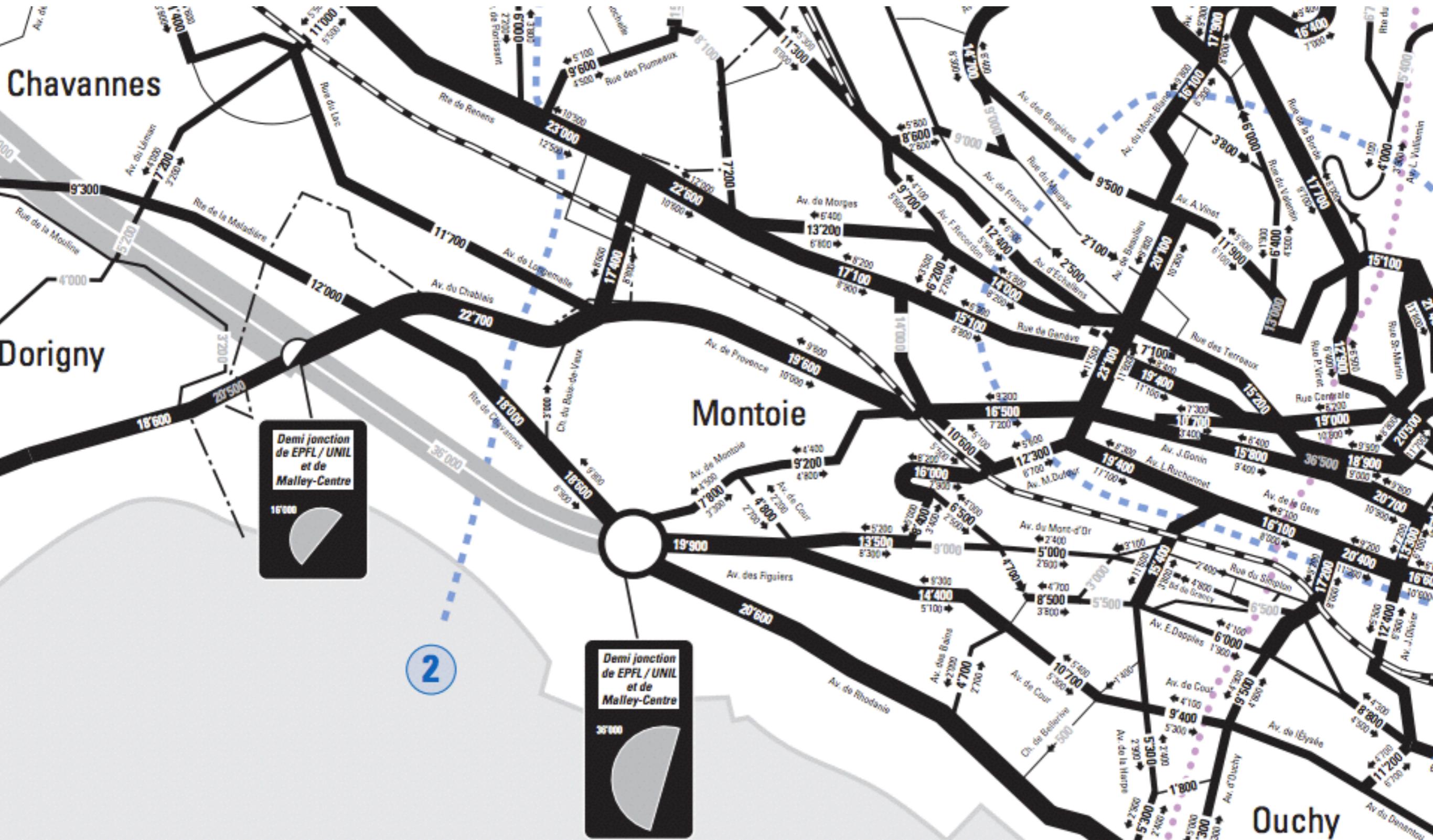


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Office fédéral du développement territorial ARE
Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE
Uffizi federali da sviluppi dal territorio ARE



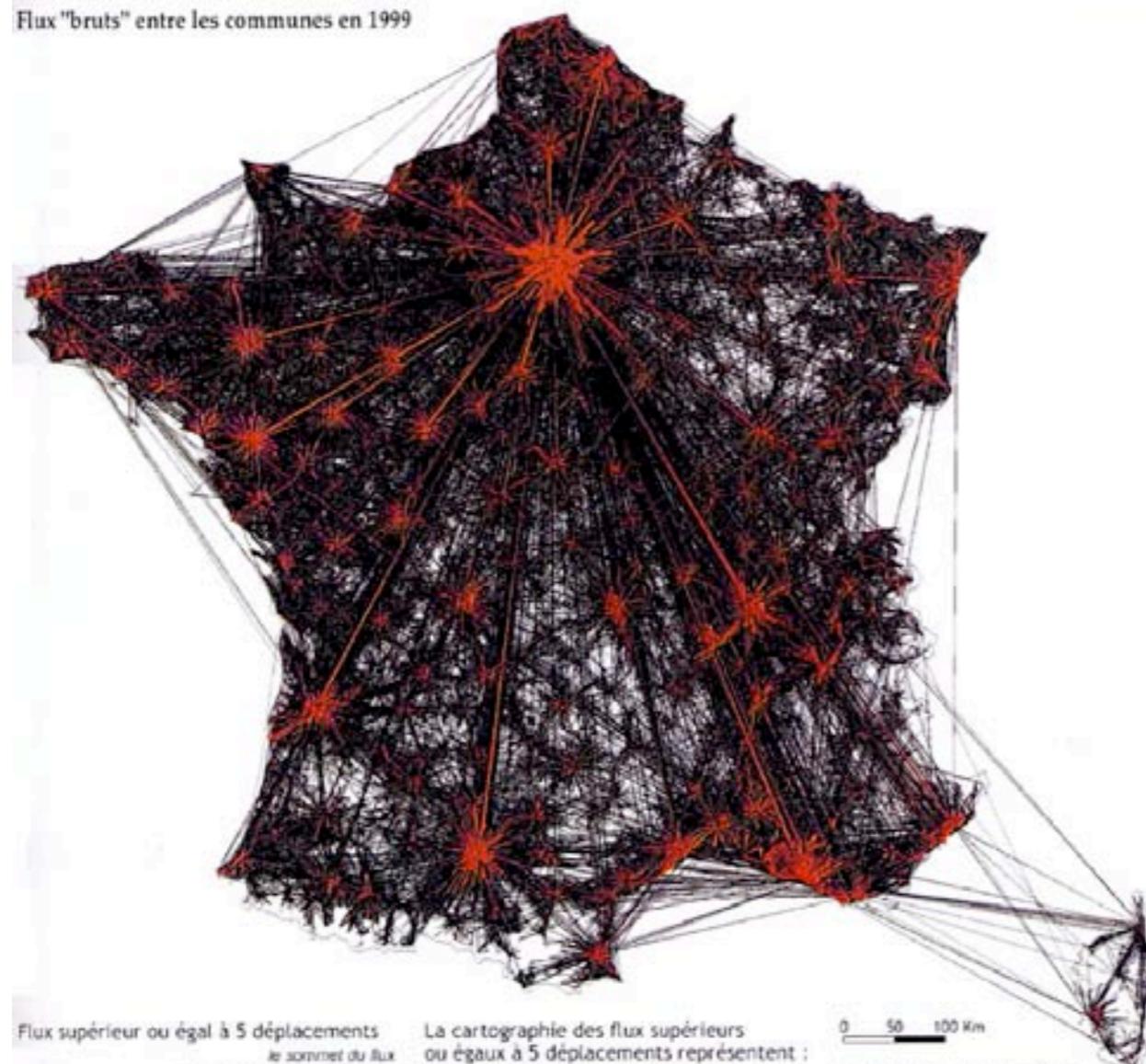
Cartes linéaires



Cartes linéaires

3- Déplacements domicile/travail

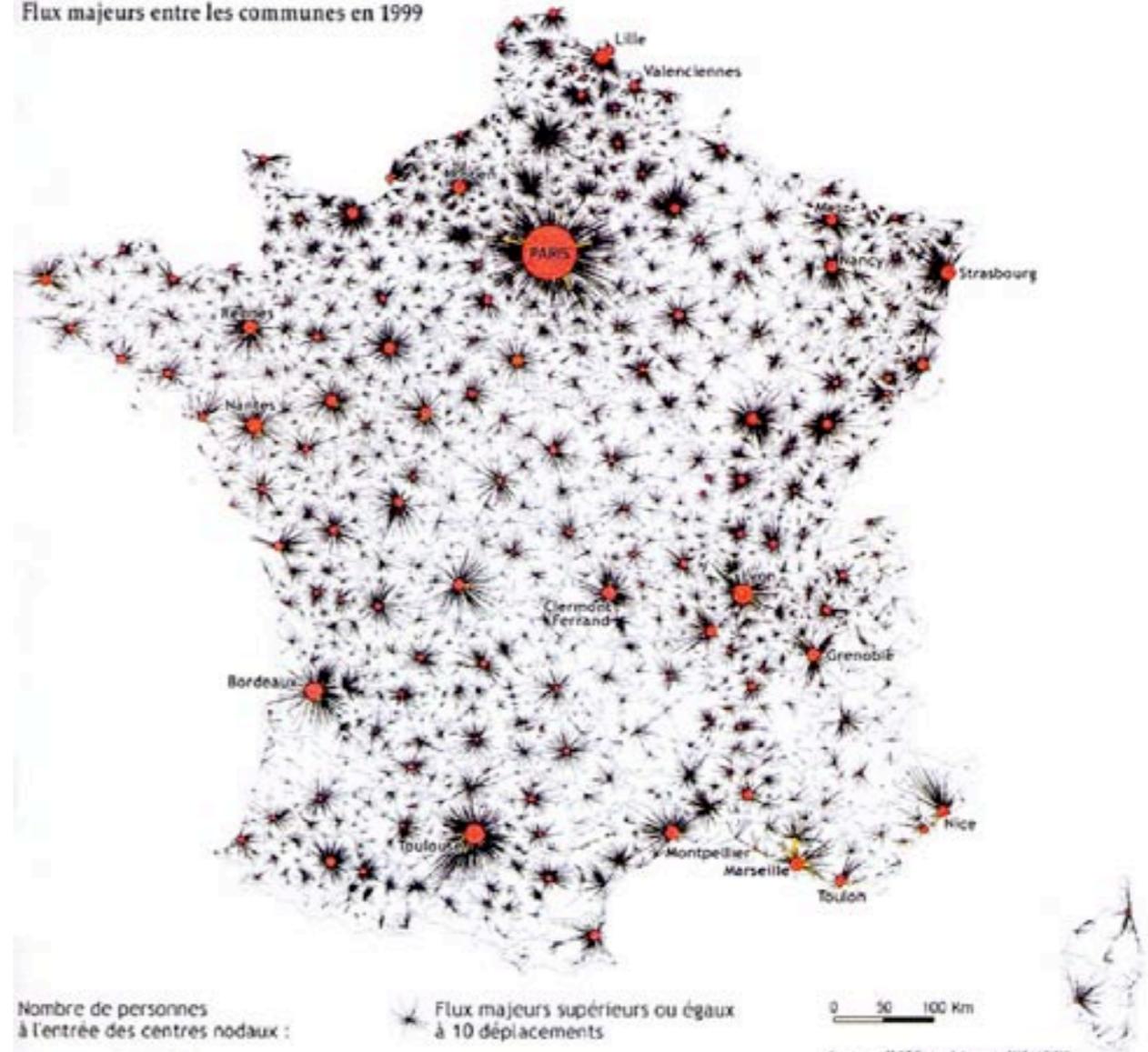
Flux "bruts" entre les communes en 1999



FRANCE

4- Déplacements domicile/travail

Flux majeurs entre les communes en 1999



FRANCE

Sources : INSEE, fond de carte RGNA/ADDE.
Réalisation : G.P. Forcada, D. Andrien.

Cartographie des flux : Movements 2001 © 2000, G.P. Forcada, L. Dusse, Laboratoire TEAP, Université de Grenoble I, IRG, Université della Scienza italiana, Ljouves, Université de Toulouse, MSH Toulouse, Institut de géographie.

Sources : INSEE, fond de carte RGNA/ADDE.
Réalisation : G.P. Forcada, D. Andrien.
Cartographie des flux : Movements 2001 © 2000, G.P. Forcada, L. Dusse, Laboratoire TEAP, Université de Grenoble I, IRG, Université della Scienza italiana, Ljouves, Université de Toulouse, MSH Toulouse, Institut de géographie.

Cartes linéaires



Cartes linéaires animées

- .. P.ex. traffic aérien:

youtube.com/watch?v=FM_vRcCPmtA
aaronkoblin.com/work/flightpatterns/

Cartes linéaires

- .. Attention à la projection...
- .. Inclure flèches si nécessaire
- .. Inclure légende claire
- .. Attention de **ne pas surcharger** la carte:
encore une fois: **simple est plus efficace**
- .. Souvent difficiles à créer, en raison de la complexité du phénomène, et des techniques graphiques à déployer

Cartes multivariées

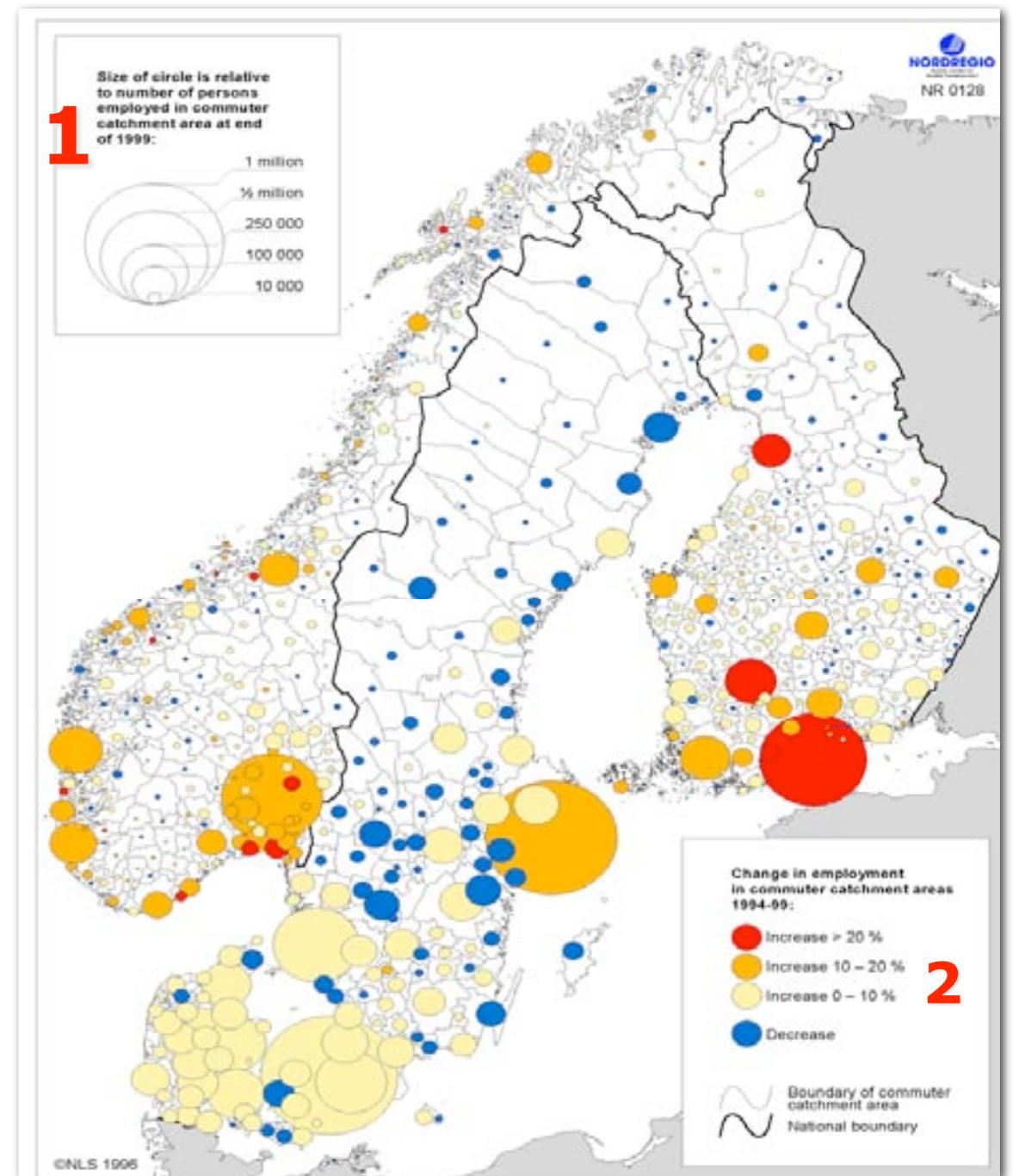
- .. Carte thématique avec une seule variable est une **carte univariée**
- .. Carte thématique avec plusieurs variables est une **carte multivariée**
- .. Avec deux variables: **carte bivariée**
- .. Cartes multivariées nécessitent des **combinaisons de types de cartes**

Cartes multivariées

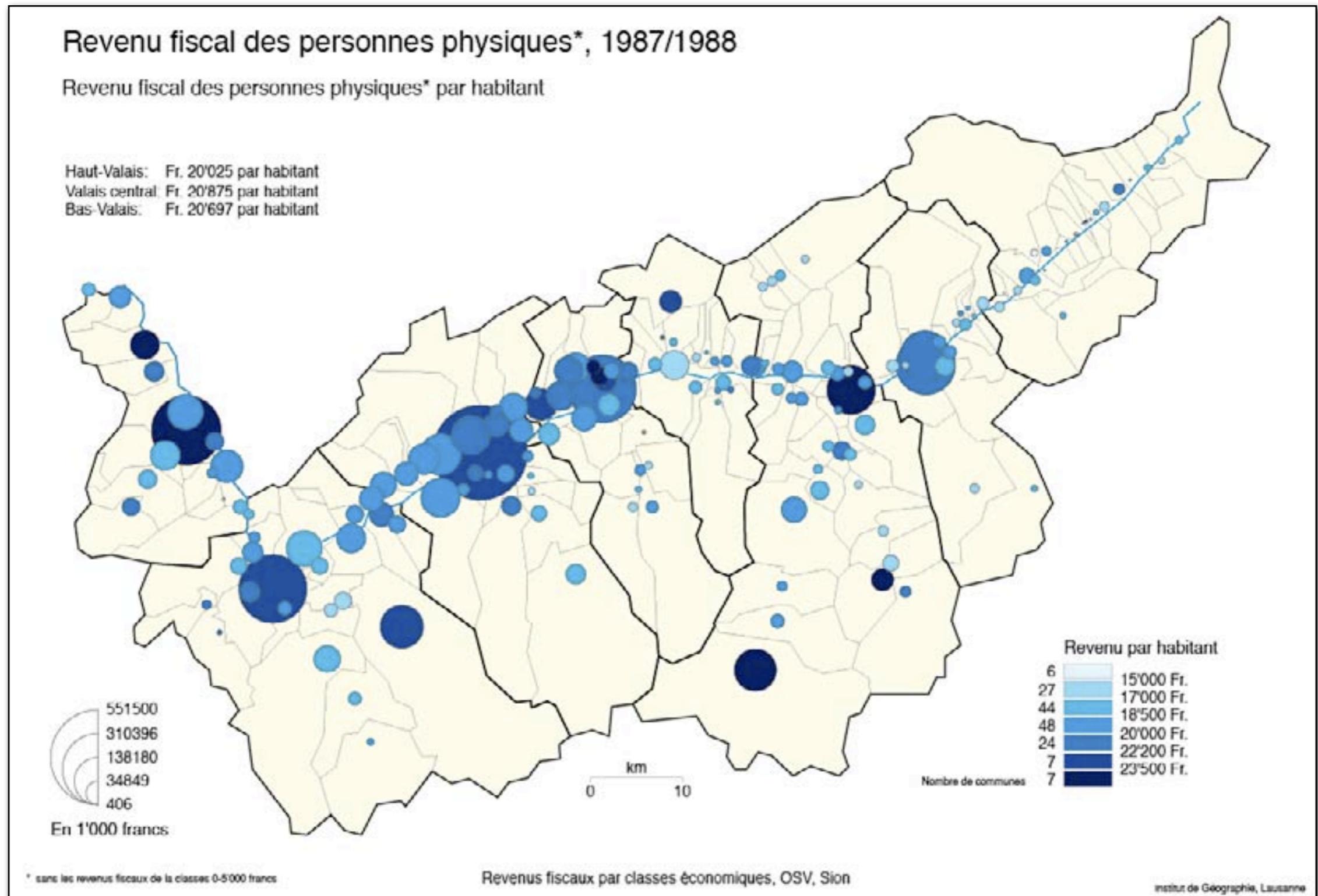
- .. Généralement pas plus que deux variables!
- .. Combinaison fréquente:
taille (valeurs absolues) & **structure** (valeurs relatives)
- .. **Taille:** symboles proportionnels ou anamorphose
- .. **Structure:** couleur des symboles
(pour l'anamorphose: polygones)
- .. Il doit avoir **une relation** entre les deux variables!

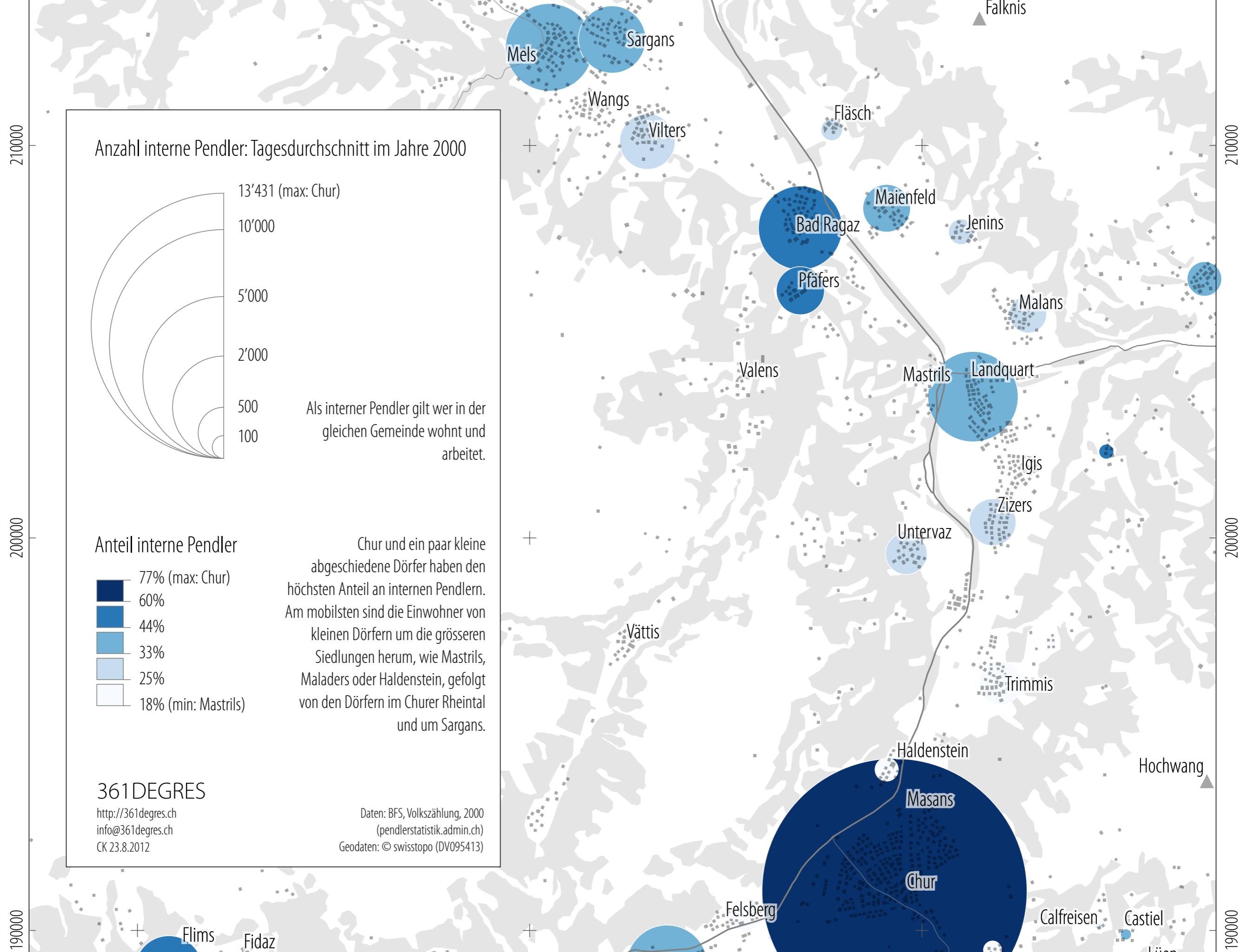
Cartes multivariées

- .. Carte en symboles proportionnels colorés
- .. 2 légendes



Cartes multivariées

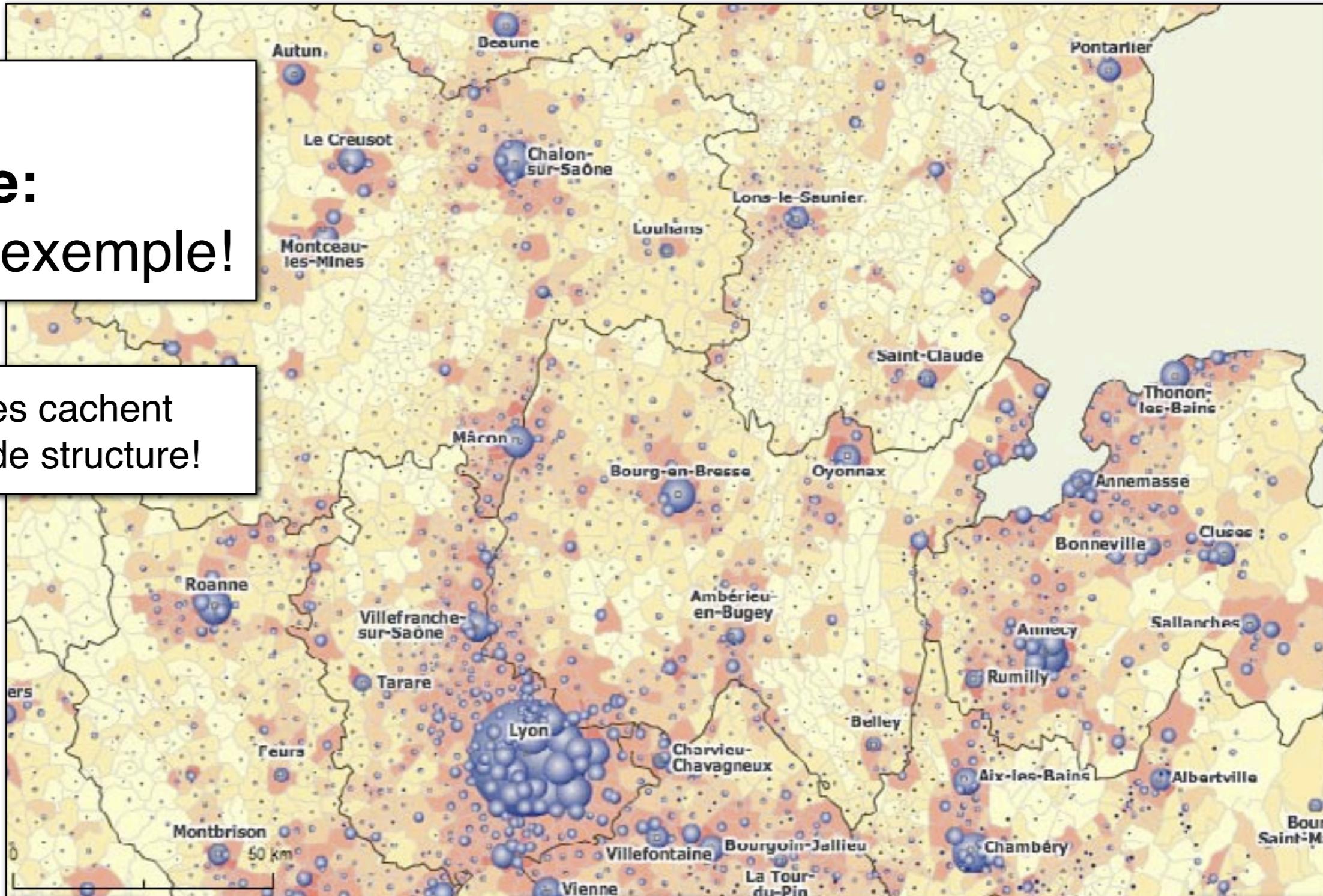




Cartes multivariées

**Taille & structure:
Mauvais exemple!**

Grands cercles cachent
l'information de structure!



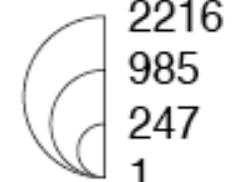
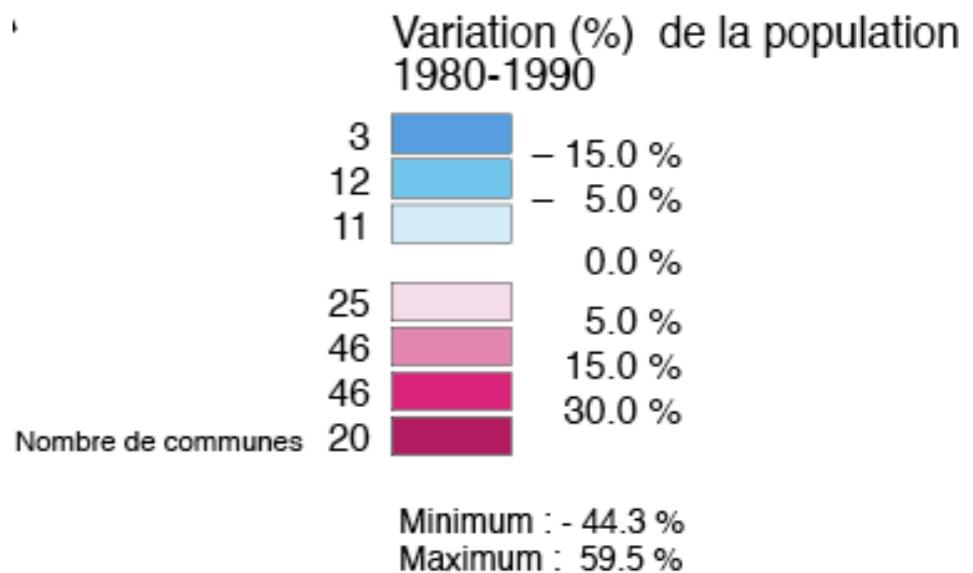
Croissances

En principe, **3 messages = 3 signes visuels :**

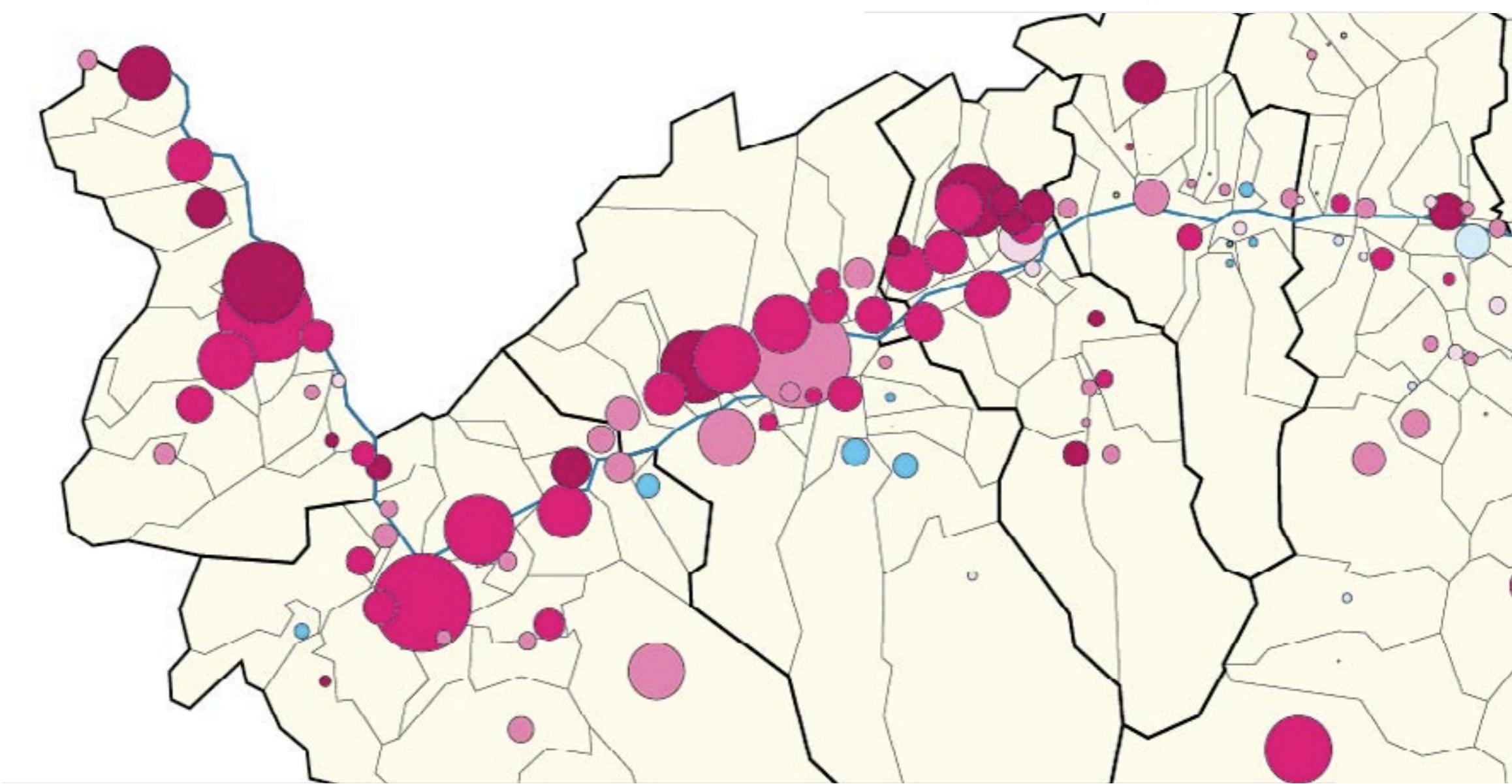
1° + (croissance) ou - (décroissance) = ton

2° % de croissance = valeur

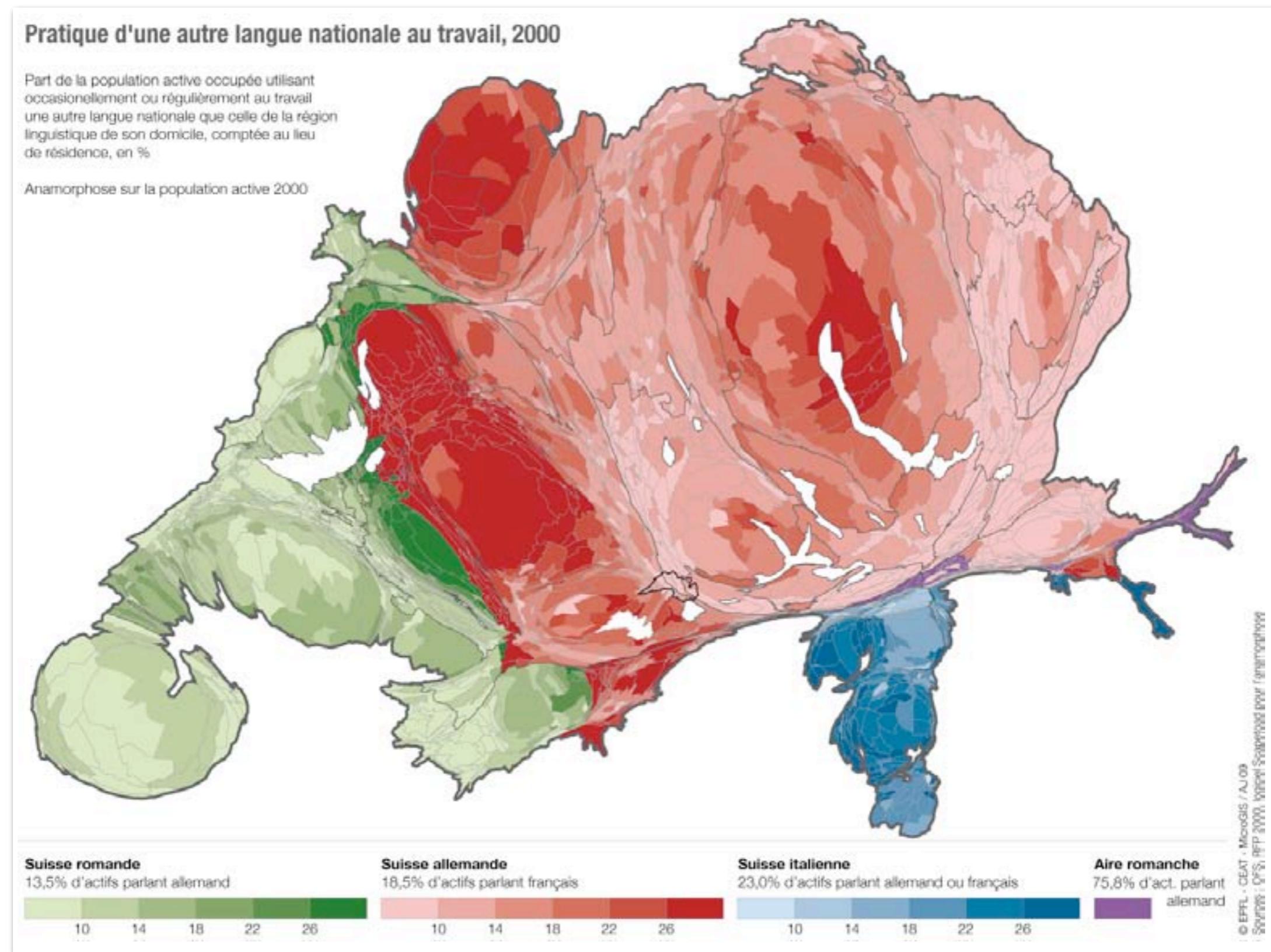
3° valeur absolue des effectifs = symbole proportionnel



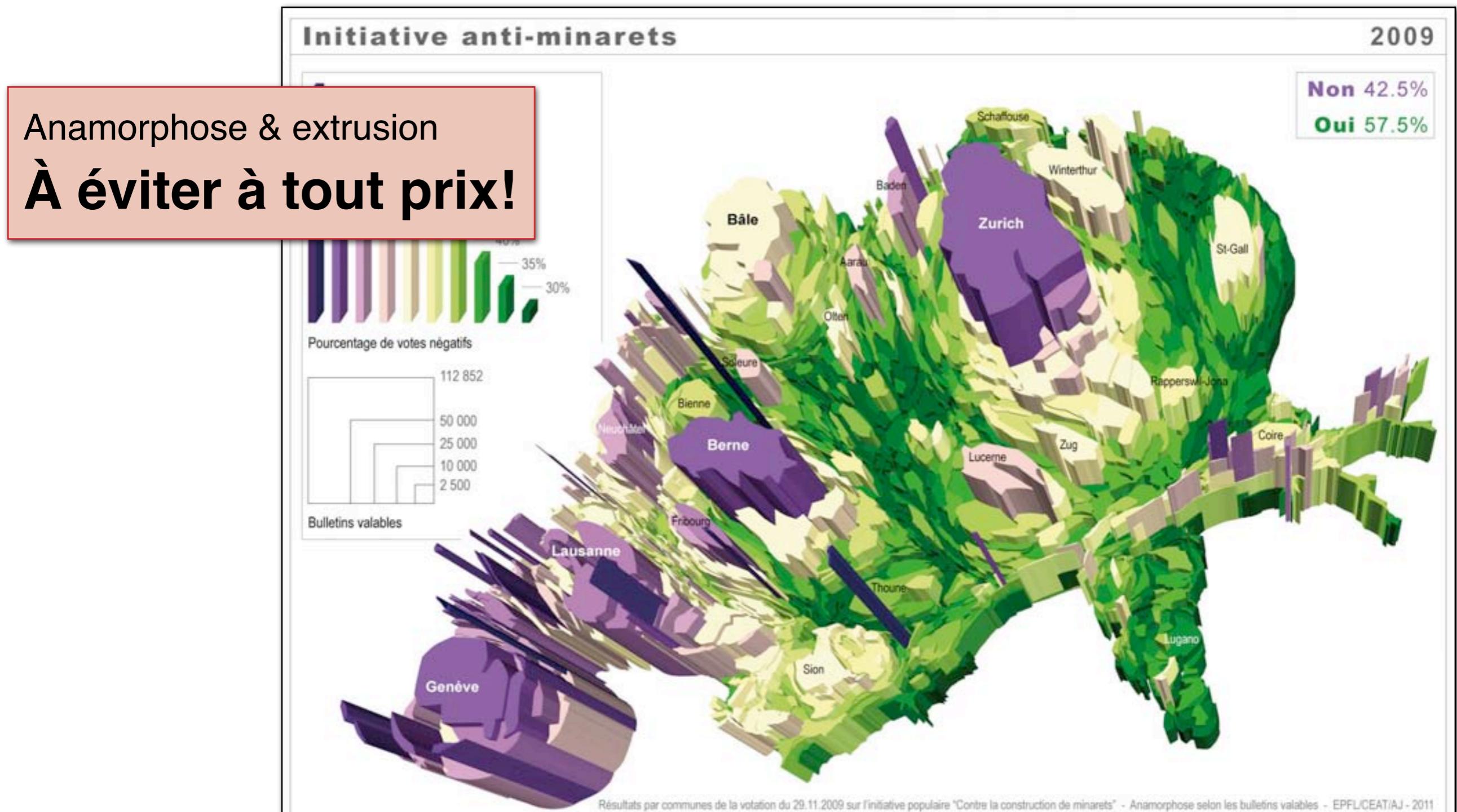
2216
985
247
1
Variation absolue
= Nombre de gagné ou perdu



Cartes multivariées

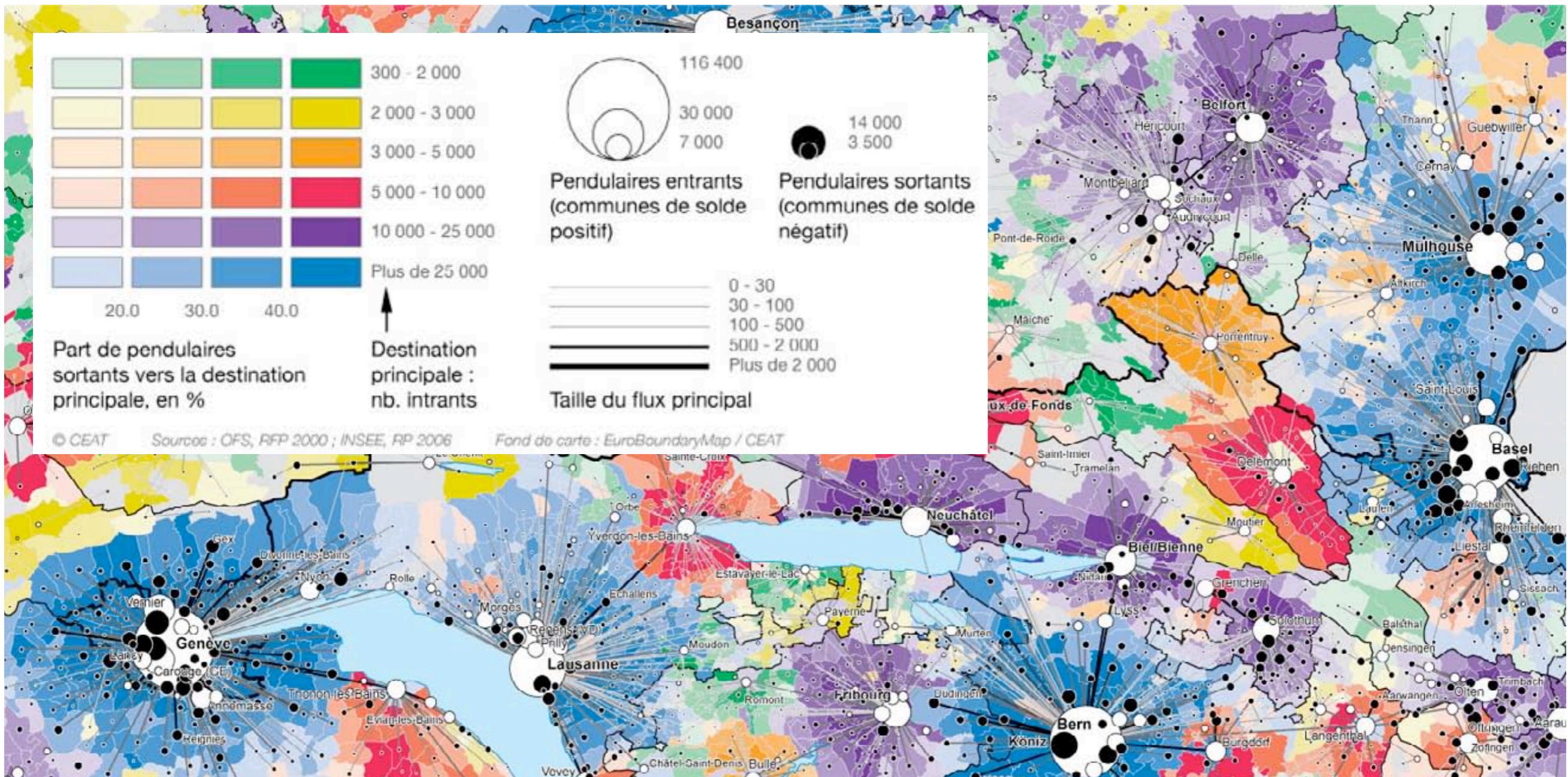


Cartes multivariées



Cartes multivariées

À éviter à tout prix!



Jusqu'à la semaine prochaine...

- .. Devoirs:
 - .. Lecture dans Lambert & Zanin 2016:
 - .. Finir la partie 2
 - .. Chapitre 7: Autres visages cartographiques
 - .. Exercice 7
 - .. Exercice de représentation cartographique
 - .. Créer une carte choroplète et une carte en symboles proportionnels