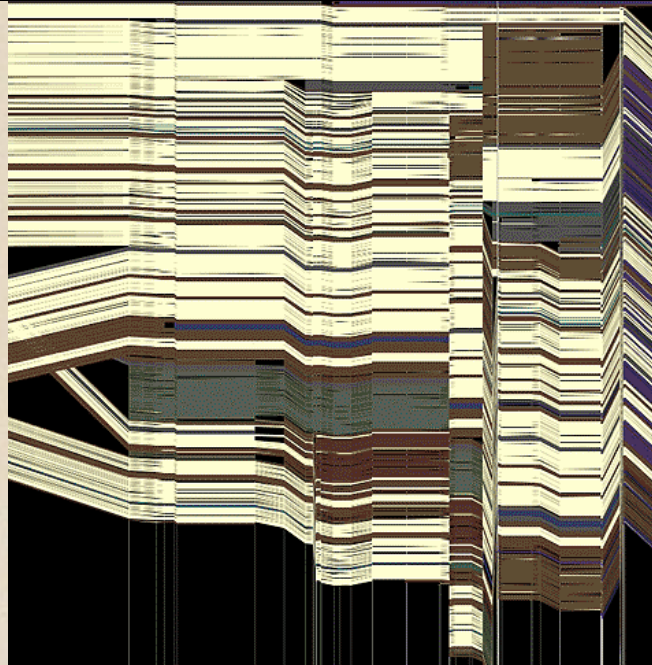
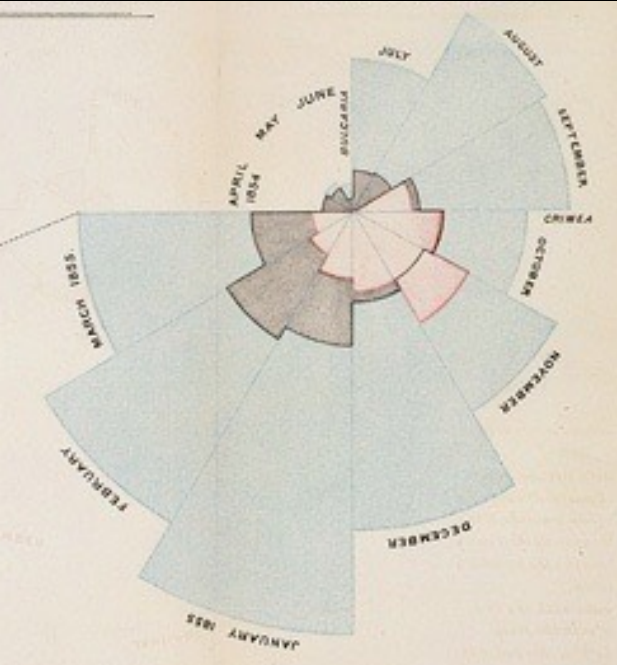
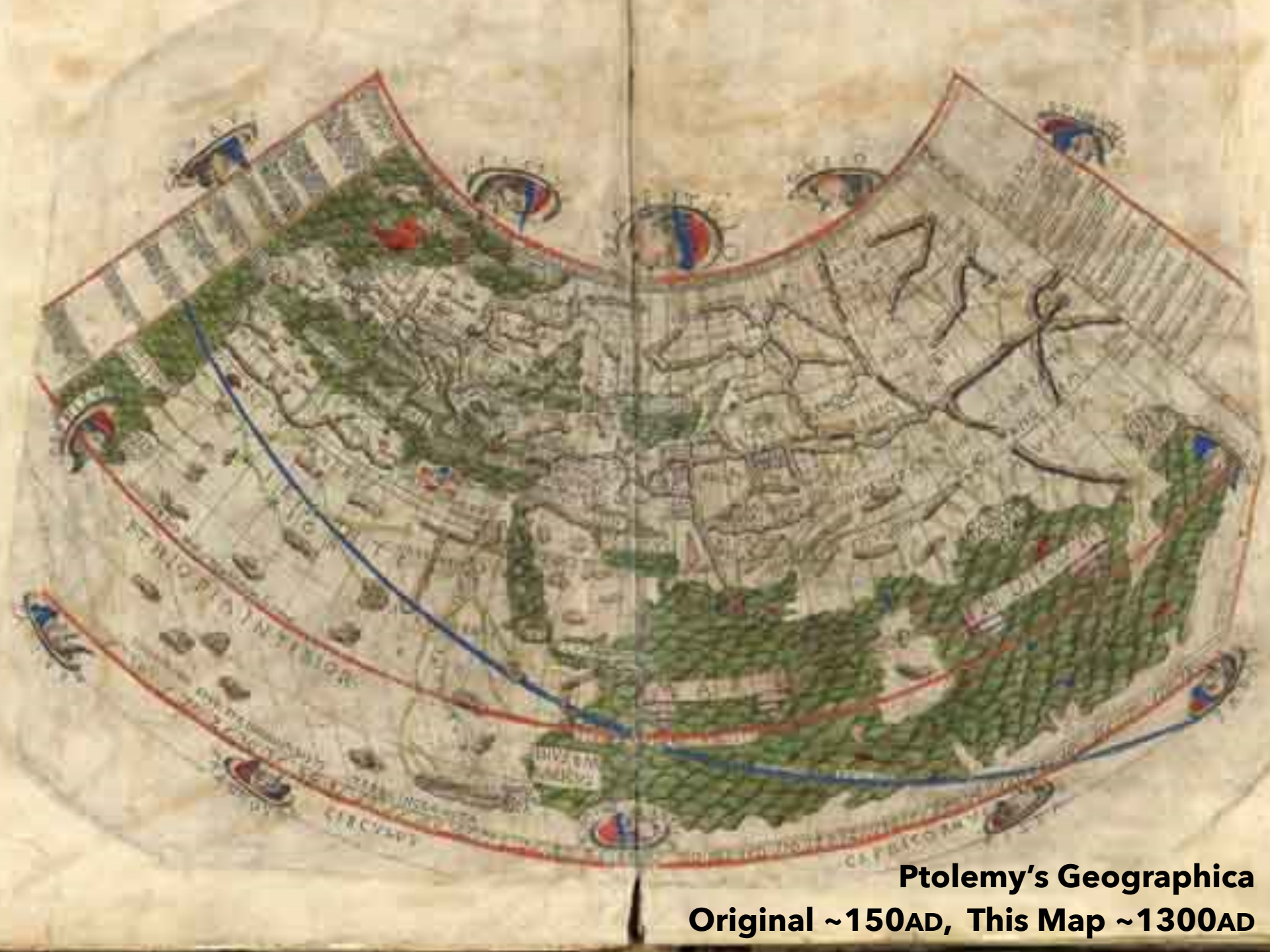


CSE 512 - Data Visualization

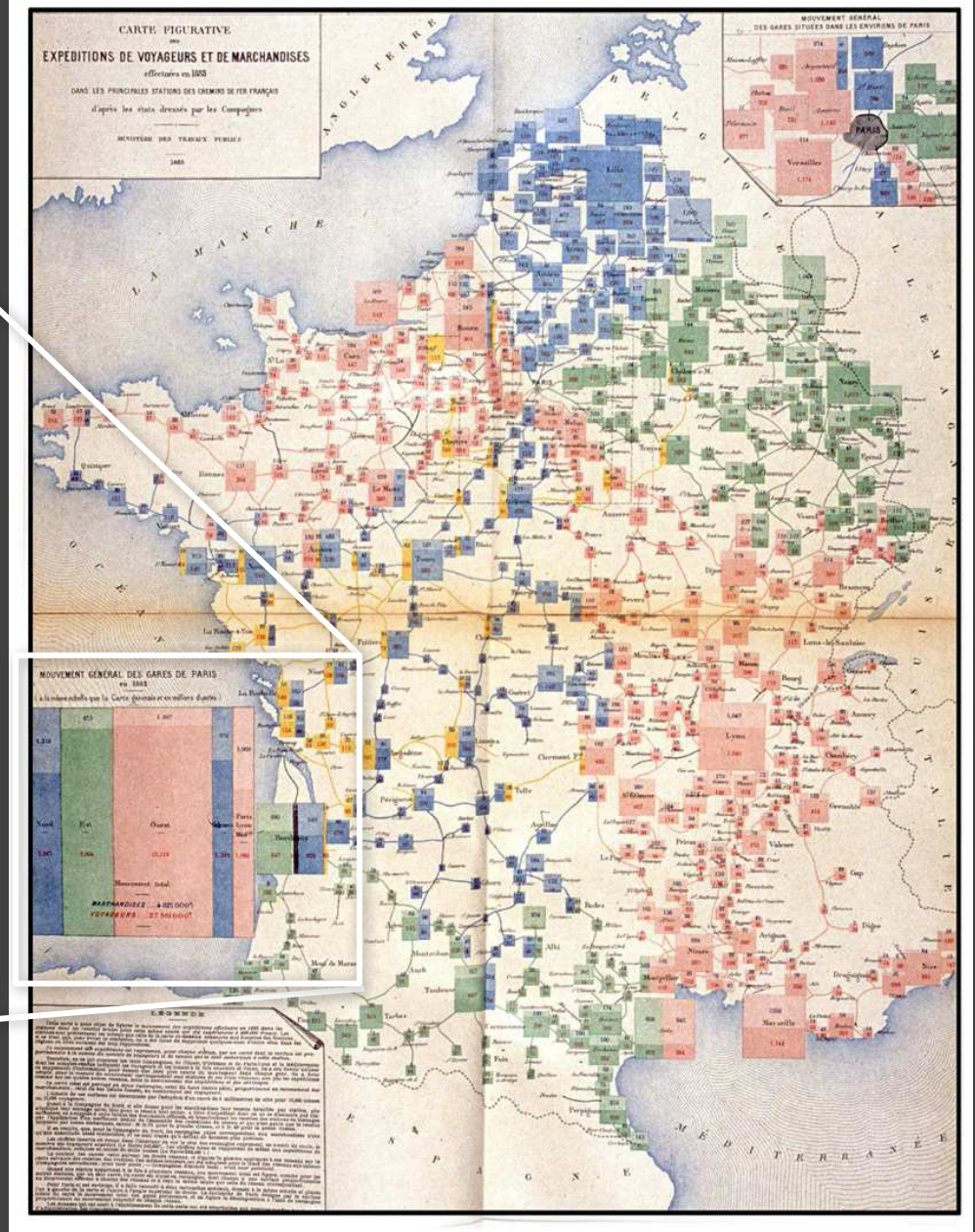
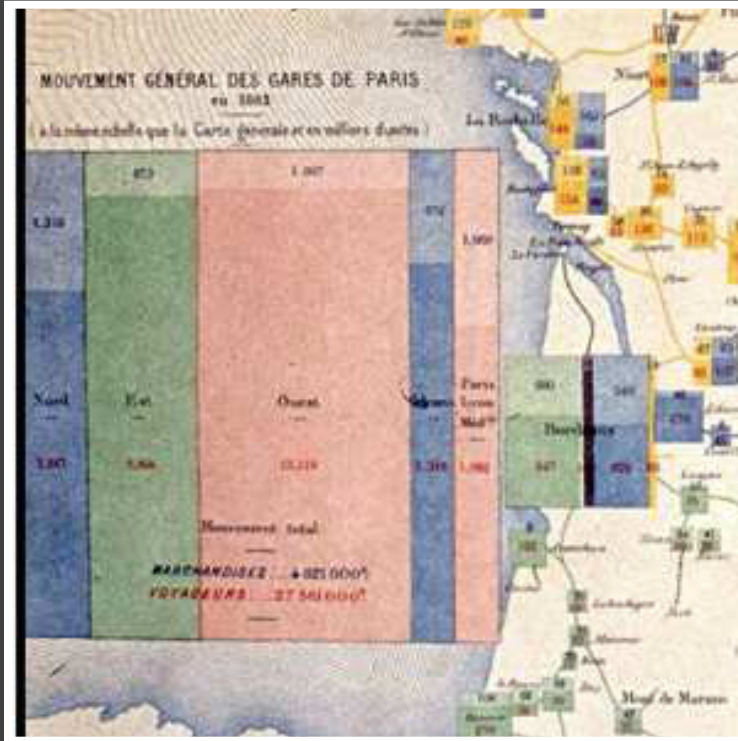
Mapping & Cartography



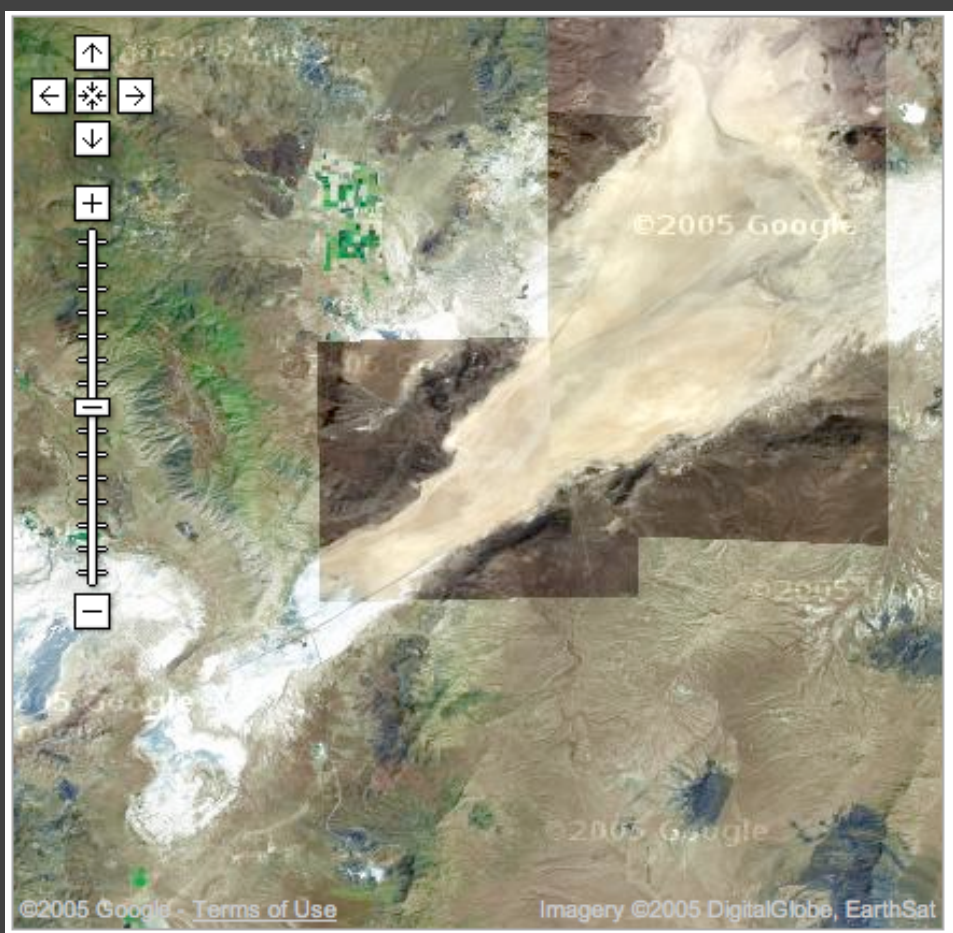
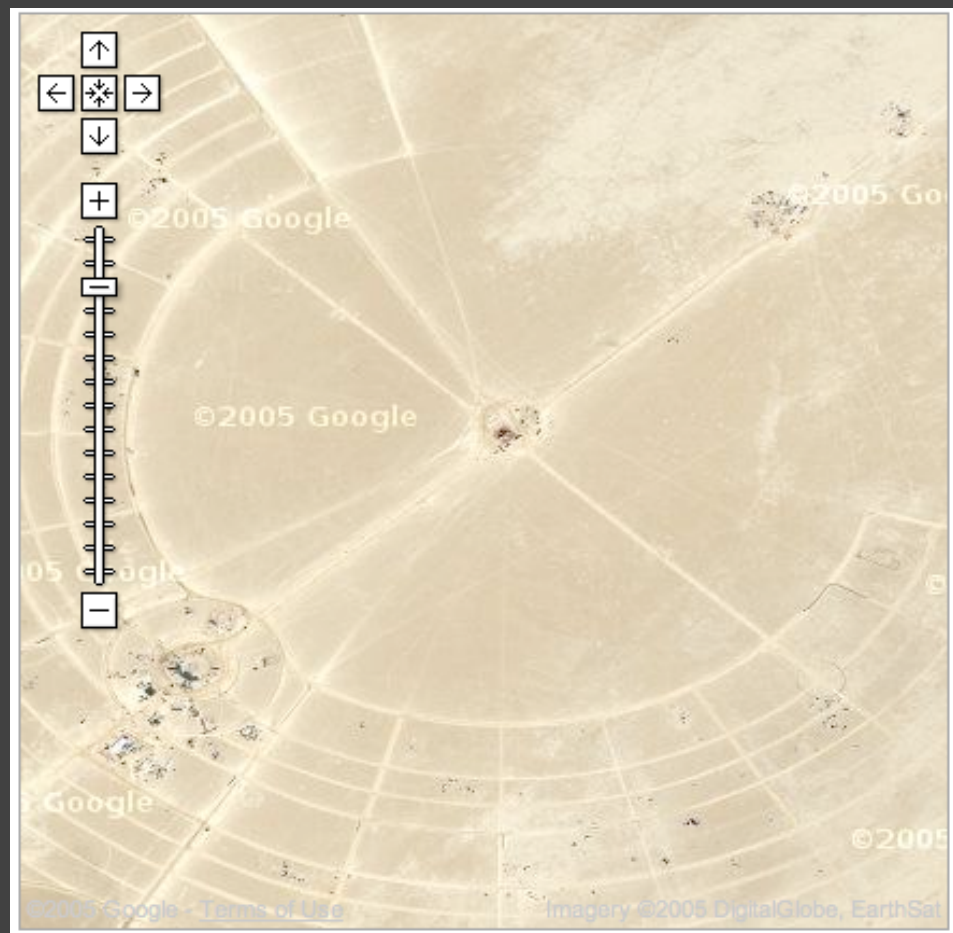
Jeffrey Heer University of Washington
(with significant material from Michal Migurski)



Ptolemy's Geographica
Original ~150AD, This Map ~1300AD



Rail Passengers and Freight from Paris 1884



Google Maps 2005

Casualties of War

FACES | ANALYSIS | THEIR STORIES

E-MAIL | FEEDBACK

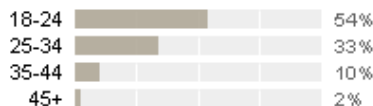
Use the slider below to investigate the demographics and military status of U.S. service members who died during the war in Iraq.

MARCH 16, 2003 JULY 5, 2008 (277 WEEKS)

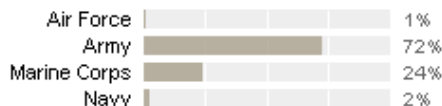
Show all | Initial invasion | First invasion of Falluja | Second invasion of Falluja | Since troop buildup began

4,097 deaths

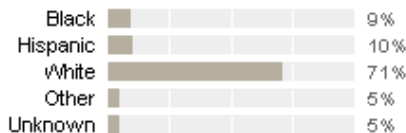
Age



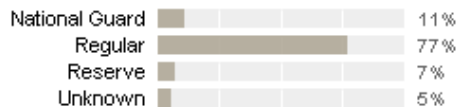
Branch of Military



Race



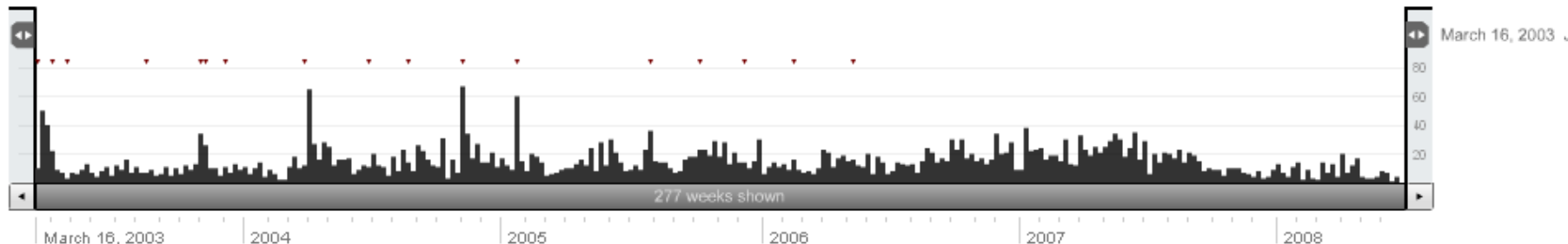
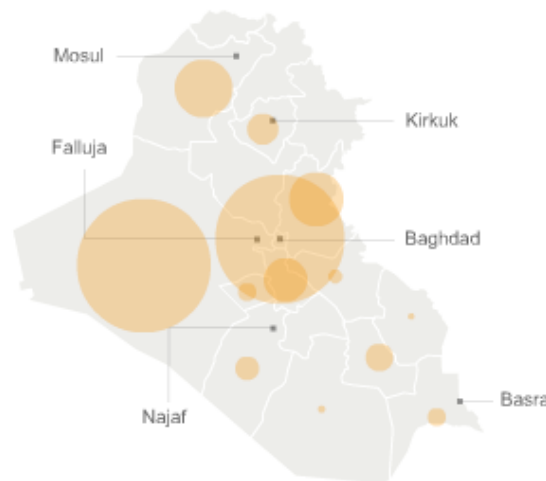
Type of Duty



Location of death

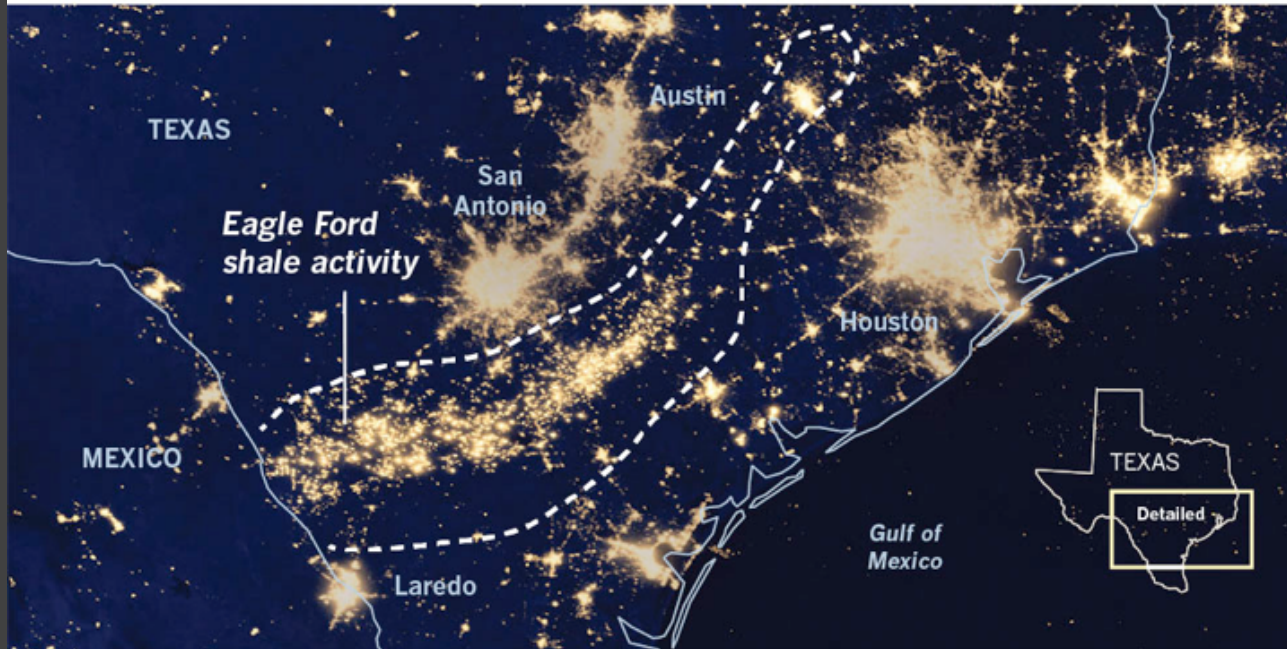
Circles sized according to percentage of deaths in each Iraqi province.

Show home



Texas oil boom is visible from space

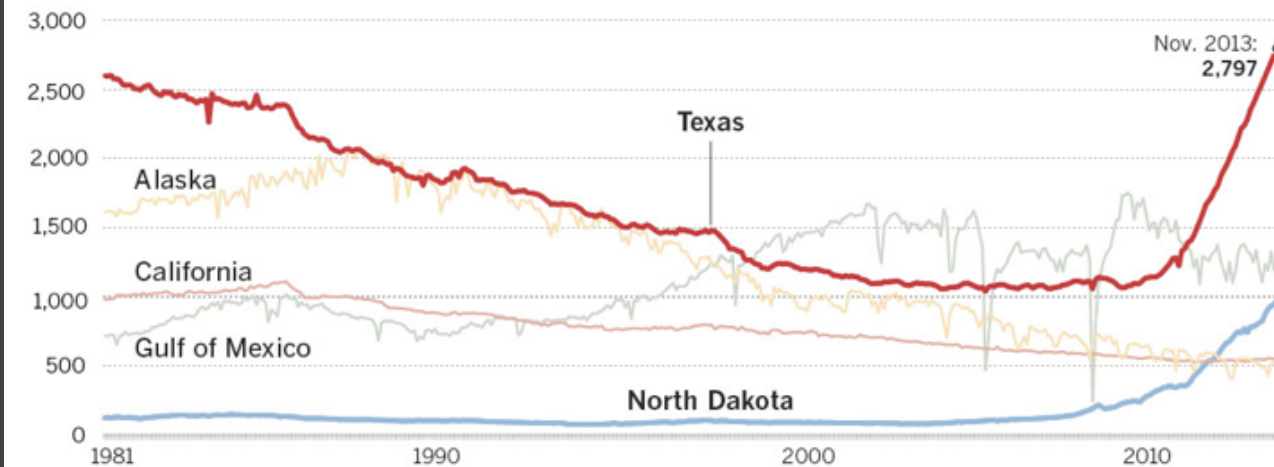
Lighting and natural gas flares from drilling on the 400-mile-long Eagle Ford shale formation can be seen from space in this image.



NASA

The new formation has helped make Texas the No. 1 oil-producing state in the nation.

Oil production from different U.S. regions (in thousands of barrels per day)



Source: Energy Information Administration

MATT MOODY Los Angeles Times

LA Times
2014

Ramadi: The Government Provides an Opening for ISIS ISIS Control

Tensions between this city's residents, who are mostly Sunni, and the central government had been brewing here for at least a year. Then in December, Iraq's prime minister, Nuri Kamal al-Maliki, ordered security forces to dismantle a protest camp — an outlet for disenchanting Sunnis angered at their treatment by the Shiite-dominated government. The action ignited days of violence and created the opening ISIS needed to seize parts of the city, the provincial capital.

Falluja: A Symbolic Fall ISIS Control

Just days after the raid on the camp in Ramadi, ISIS fighters destroyed the Police Headquarters and mayor's office here, planted their flag on government buildings and decreed the city to be theirs. Ten years earlier, American forces had captured this city from Qaeda-style insurgents at a considerable cost of American lives.

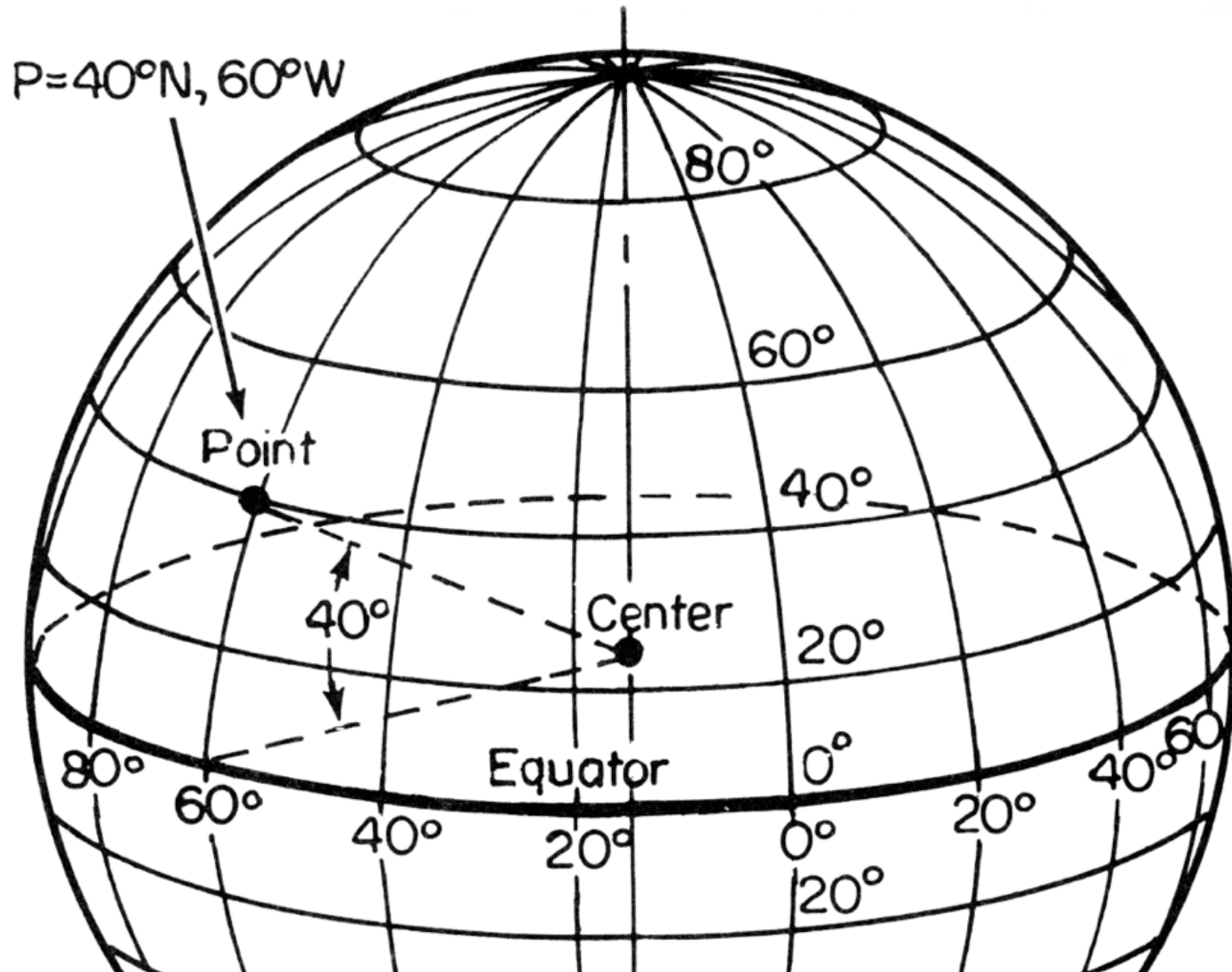


Cartography

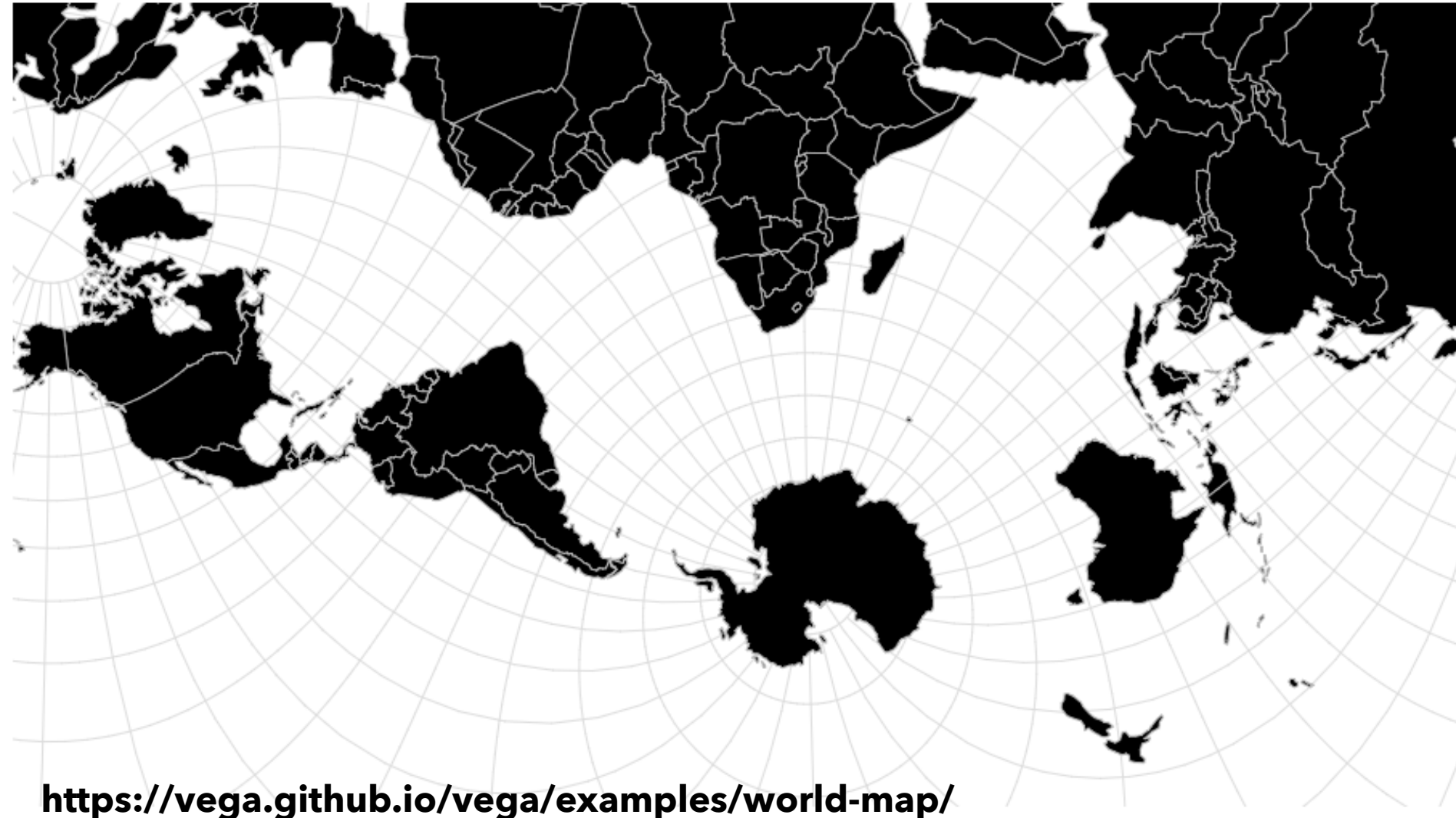
The Making of Maps

Projections

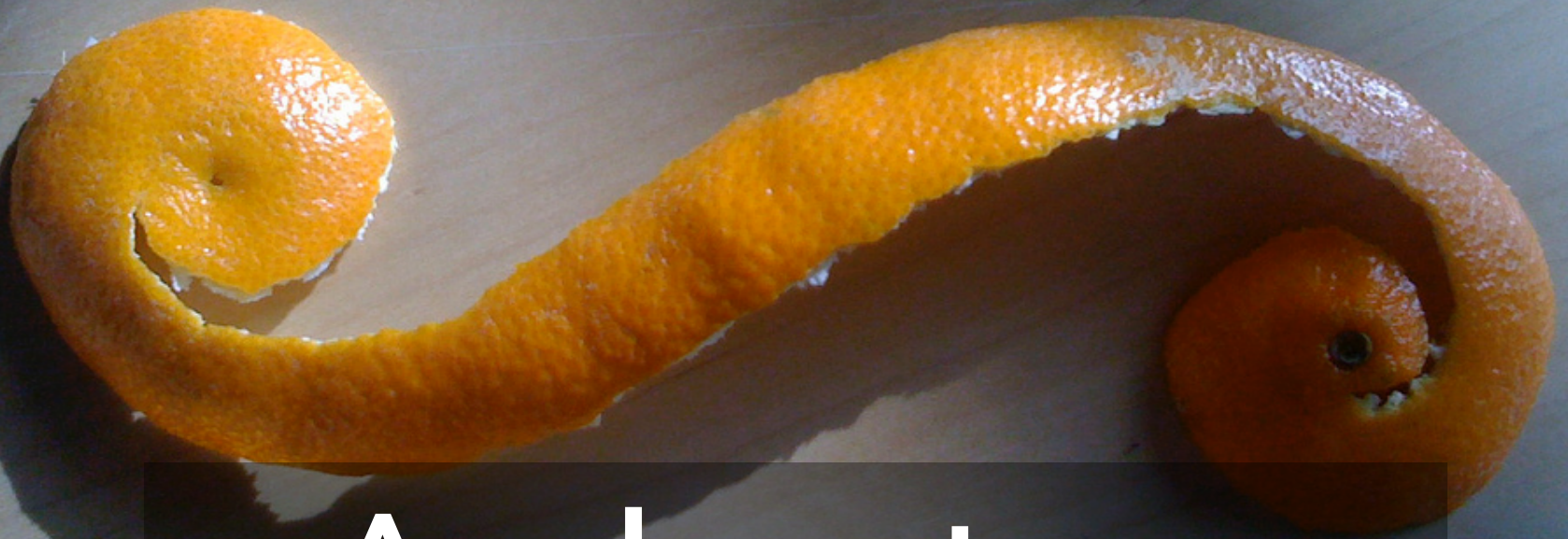
Latitude, Longitude



Exploring Projections...



<https://vega.github.io/vega/examples/world-map/>



**A sphere tears
when you flatten it**

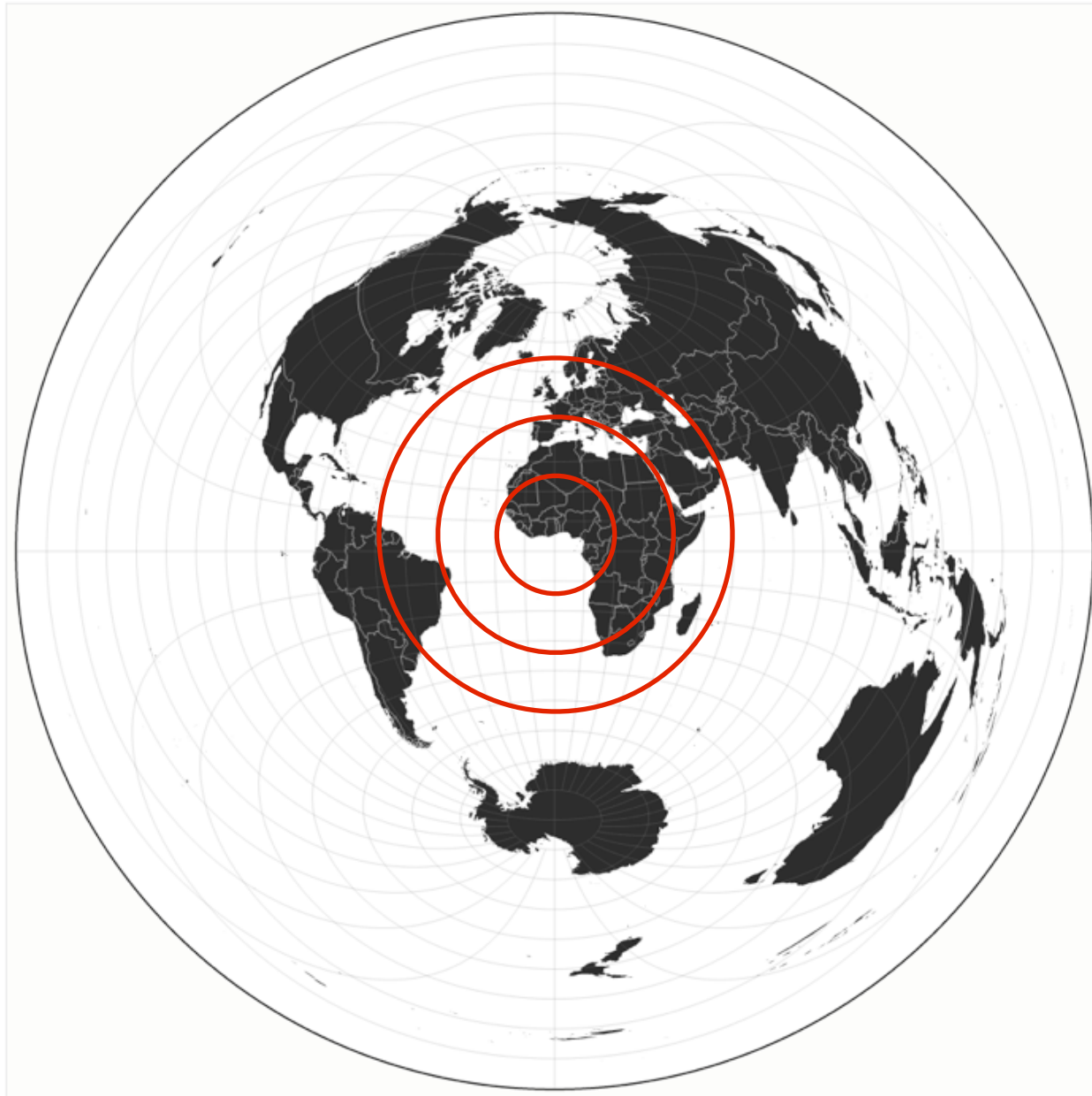
**Three example
ways to categorize
projections...**



Azimuthal

Preserve direction / distance from center

Azimuthal Equidistant

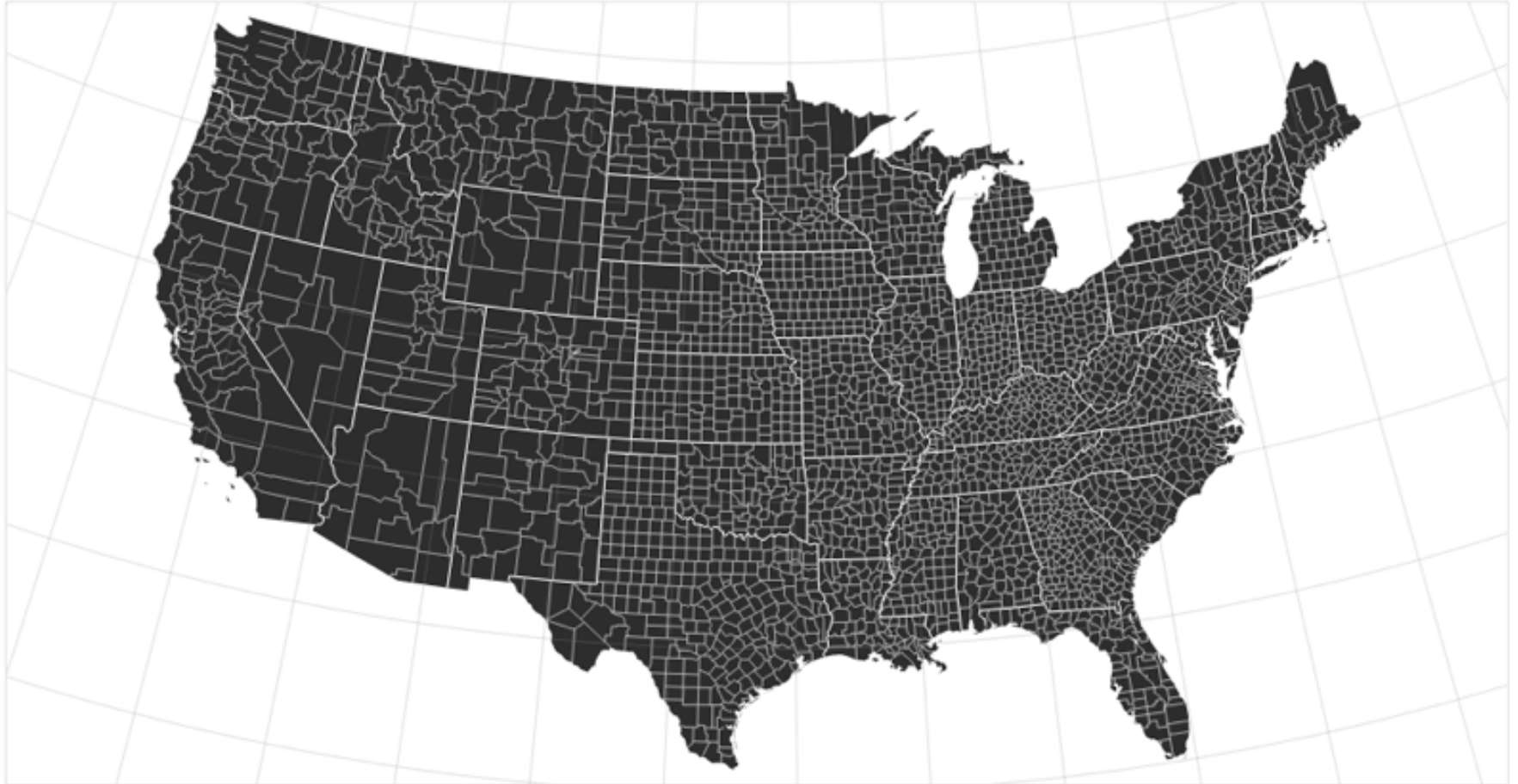


A world map with a dark gray background. Landmasses are outlined in black. A large area in the North Pacific, including Alaska, the Yukon, and parts of Canada, is highlighted in a light yellow color. A semi-transparent dark gray rectangular box is overlaid on the map, containing the text 'Equal-Area' and 'Preserve area'.

Equal-Area

Preserve area

Albers Equal-Area Conic



The [Albers equal-area conic projection](#) is available as [d3.geo.albers](#). See also the [interactive version](#).

[Open in a new window.](#)

A world map with a yellow background and black outlines for continents and country borders. A semi-transparent grey rectangular box is centered over the map, containing text. The text is white and includes a large title and a descriptive subtitle.

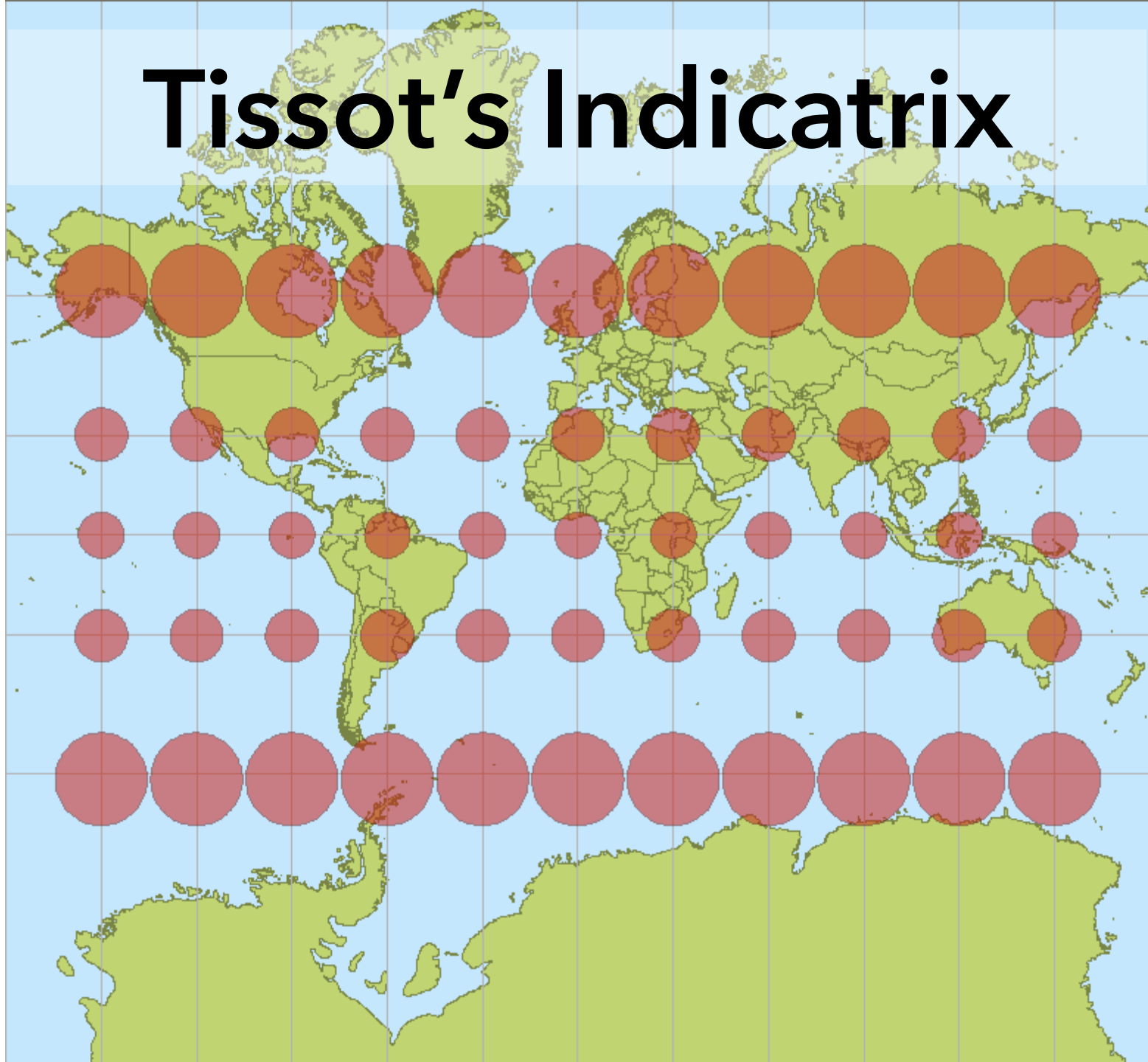
Conformal

Preserve local angles ("shape")

Spherical Mercator



Tissot's Indicatrix





Traffic

More...

Map

Satellite

Terrain

**Spherical Mercator
is ubiquitous on
the web—why?**

Web Mercator

$$x = \frac{128}{\pi} 2^{\text{zoom level}} (\lambda + \pi) \text{ pixels}$$

$$y = \frac{128}{\pi} 2^{\text{zoom level}} \left(\pi - \ln \left[\tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \right) \text{ pixels}$$

World coordinates adjusted to map to 256 x 256 pixels.

Latitude cut-offs at 85.051129 degrees: the exact point at which the projection frames the world in a square.

The Earth as a Square



Peirce Quincuncial



The [Peirce quincuncial projection](#) is implemented as `d3.geo.peirceQuincuncial` in the [geo.projection D3 plugin](#). It is derived from the [Guyou projection](#).

[Open in a new window.](#)

A map of the Americas, including North and South America, is shown in yellow. A vertical orange rectangular box highlights the western coast of North America, from the Canadian border down to the Mexican border. The text "Projections usually have a home" is overlaid in white on a semi-transparent grey background at the bottom of the map.

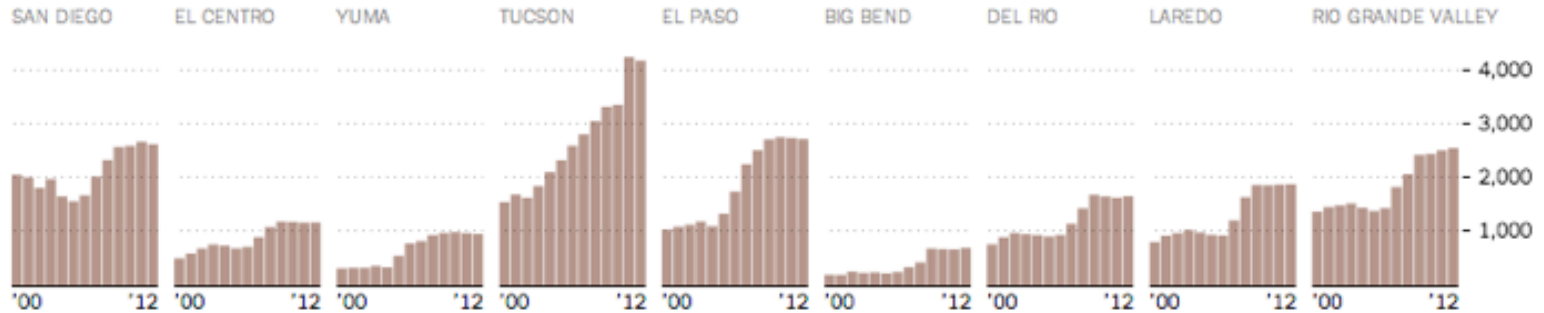
Projections usually
have a home

Increased Border Enforcement, With Varying Results



There are now more agents along the 1,954 mile-long border than ever before...

Border agents per sector.



Satellite Projection, NY Times

WHAT YOUR FAVORITE
MAP PROJECTION
SAYS ABOUT YOU

MERCATOR



YOU'RE NOT REALLY INTO MAPS.

VAN DER GRINTEN



YOU'RE NOT A COMPLICATED PERSON. YOU LOVE THE MERCATOR PROJECTION; YOU JUST WISH IT WEREN'T SQUARE. THE EARTH'S NOT A SQUARE, IT'S A CIRCLE. YOU LIKE CIRCLES. TODAY IS GONNA BE A GOOD DAY!

PEIRCE QUINCUNCIAL



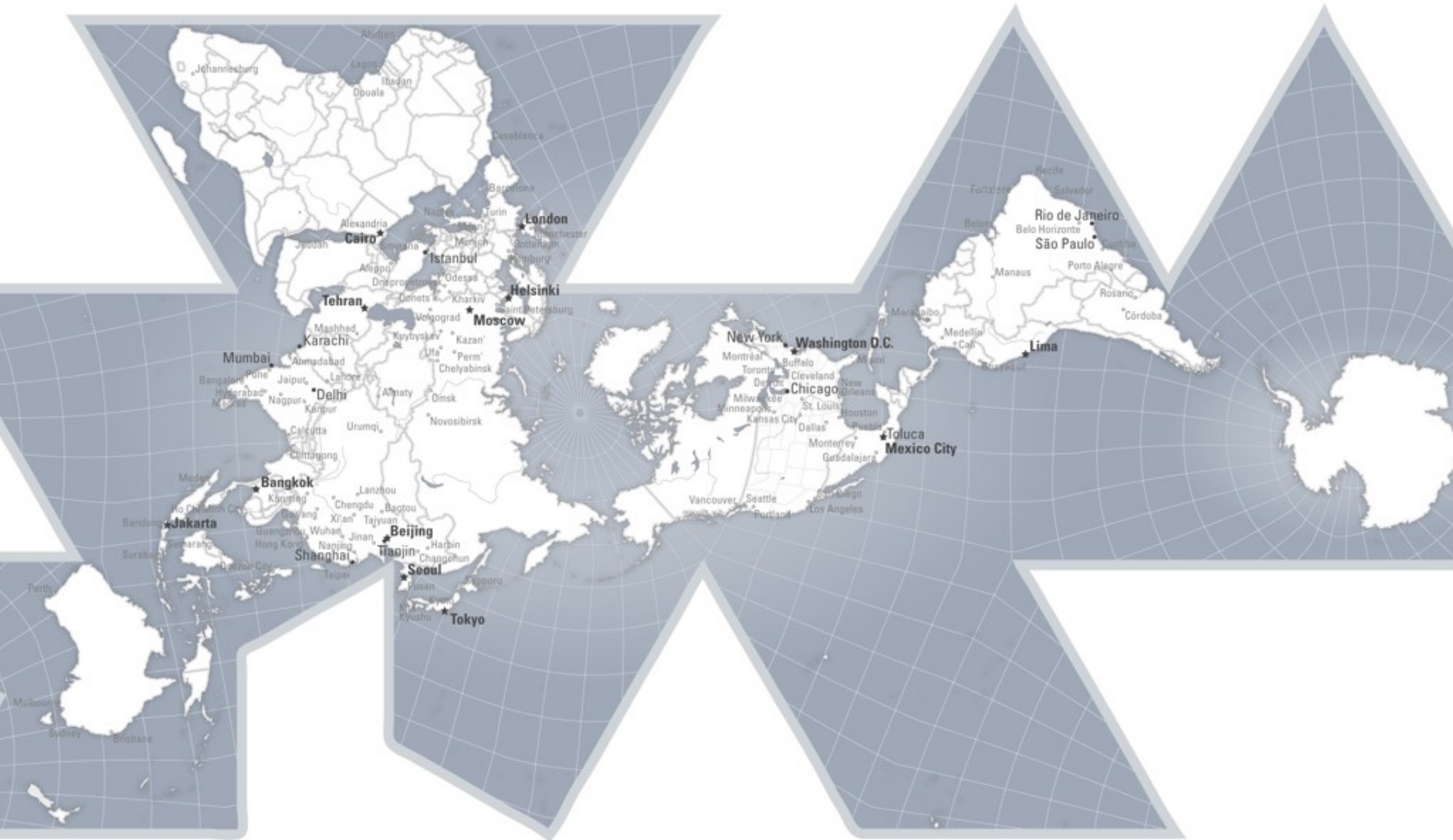
YOU THINK THAT WHEN WE LOOK AT A MAP, WHAT WE REALLY SEE IS OURSELVES. AFTER YOU FIRST SAW *INCEPTION*, YOU SAT SILENT IN THE THEATER FOR SIX HOURS. IT FREAKS YOU OUT TO REALIZE THAT EVERYONE AROUND YOU HAS A SKELETON INSIDE THEM. YOU *HAVE* REALLY LOOKED AT YOUR HANDS.

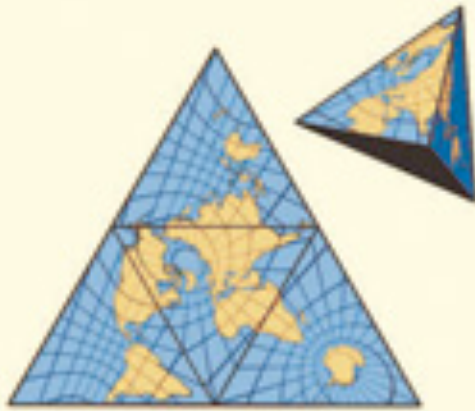


**There are interesting
ways to tear spheres**

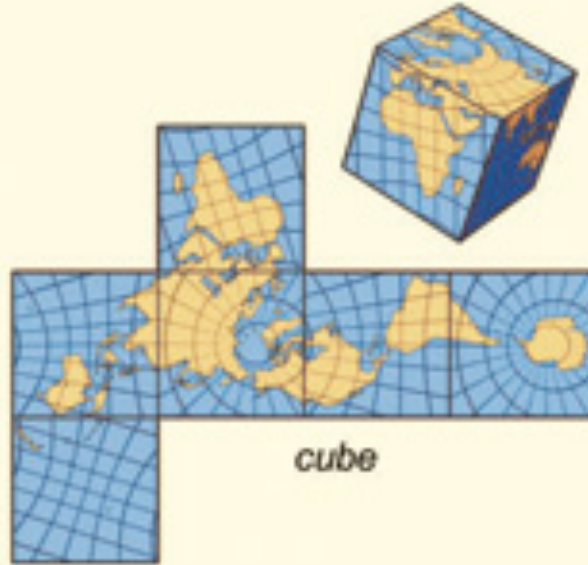
One notable interesting
way to tear a sphere



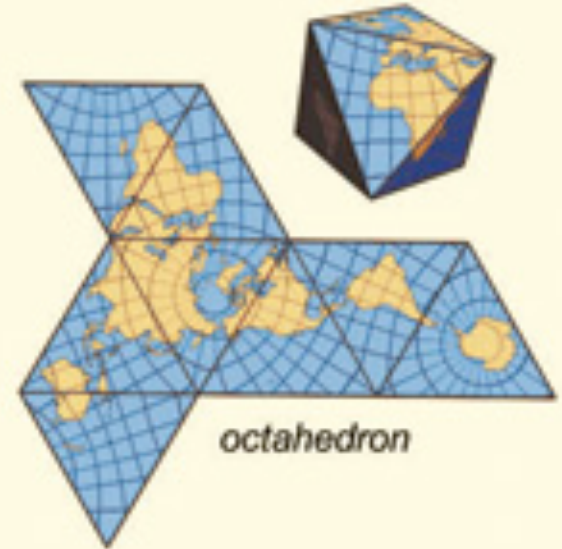




tetrahedron



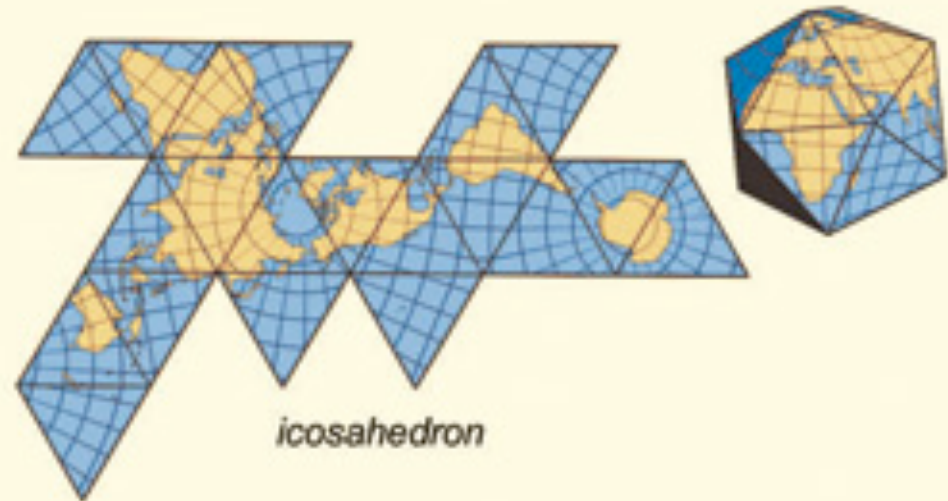
cube



octahedron



dodecahedron



icosahedron



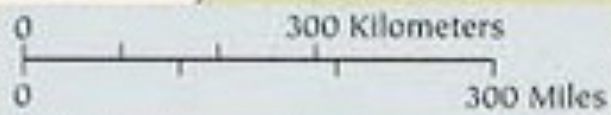
ADAPTIVE COMPOSITE MAP PROJECTIONS

Scale



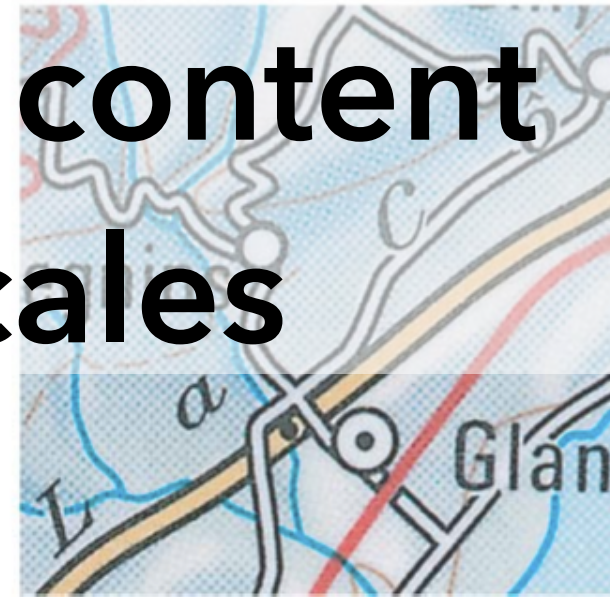
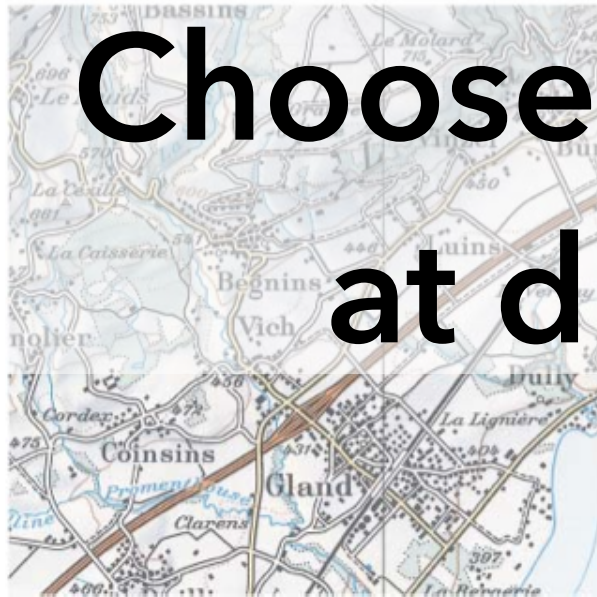
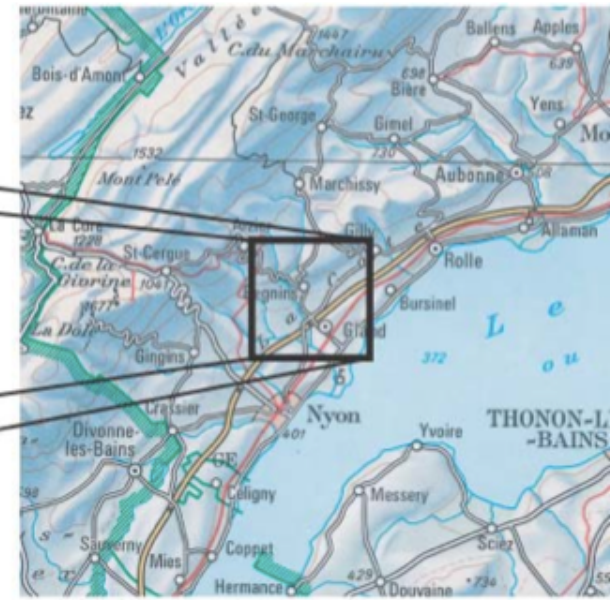
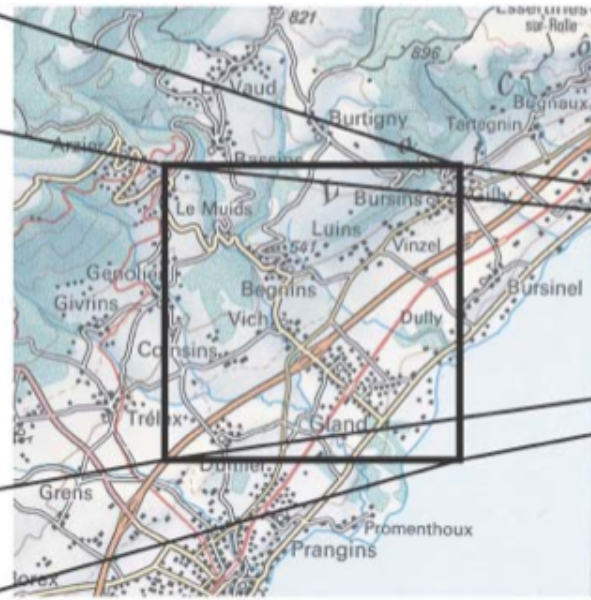
This is not "scale"

Texas-Europe Size Comparison



Scale is an idea imported from print





**Choose the right content
at different scales**

Four maps, same area



What shows at different scales?





Pittsburgh

Harrisburg

Reading

NEW JERSEY

Camden

Cumberland

MARYLAND

Millville

Washington

DELAWARE

Harrisonburg

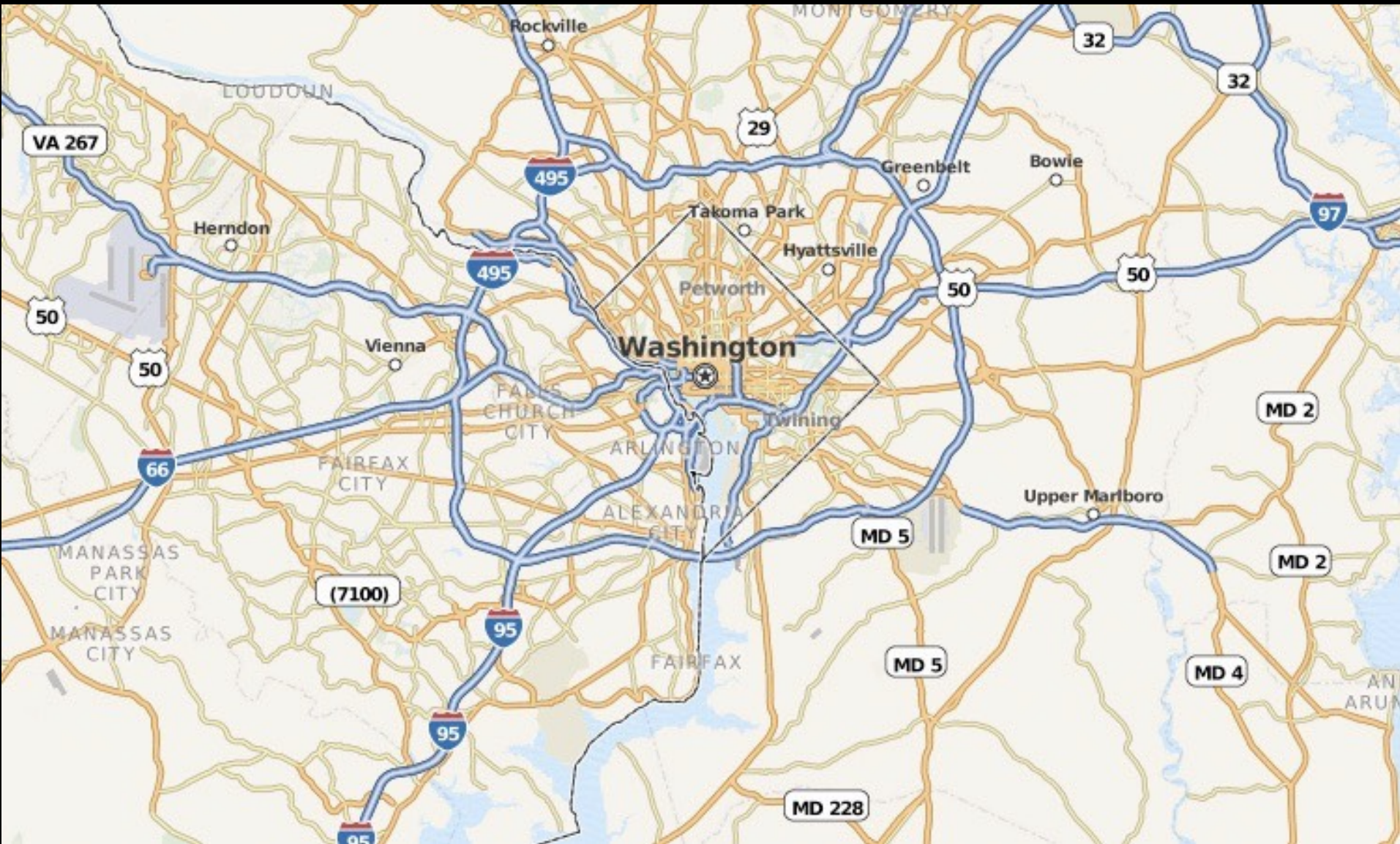
WEST VIRGINIA

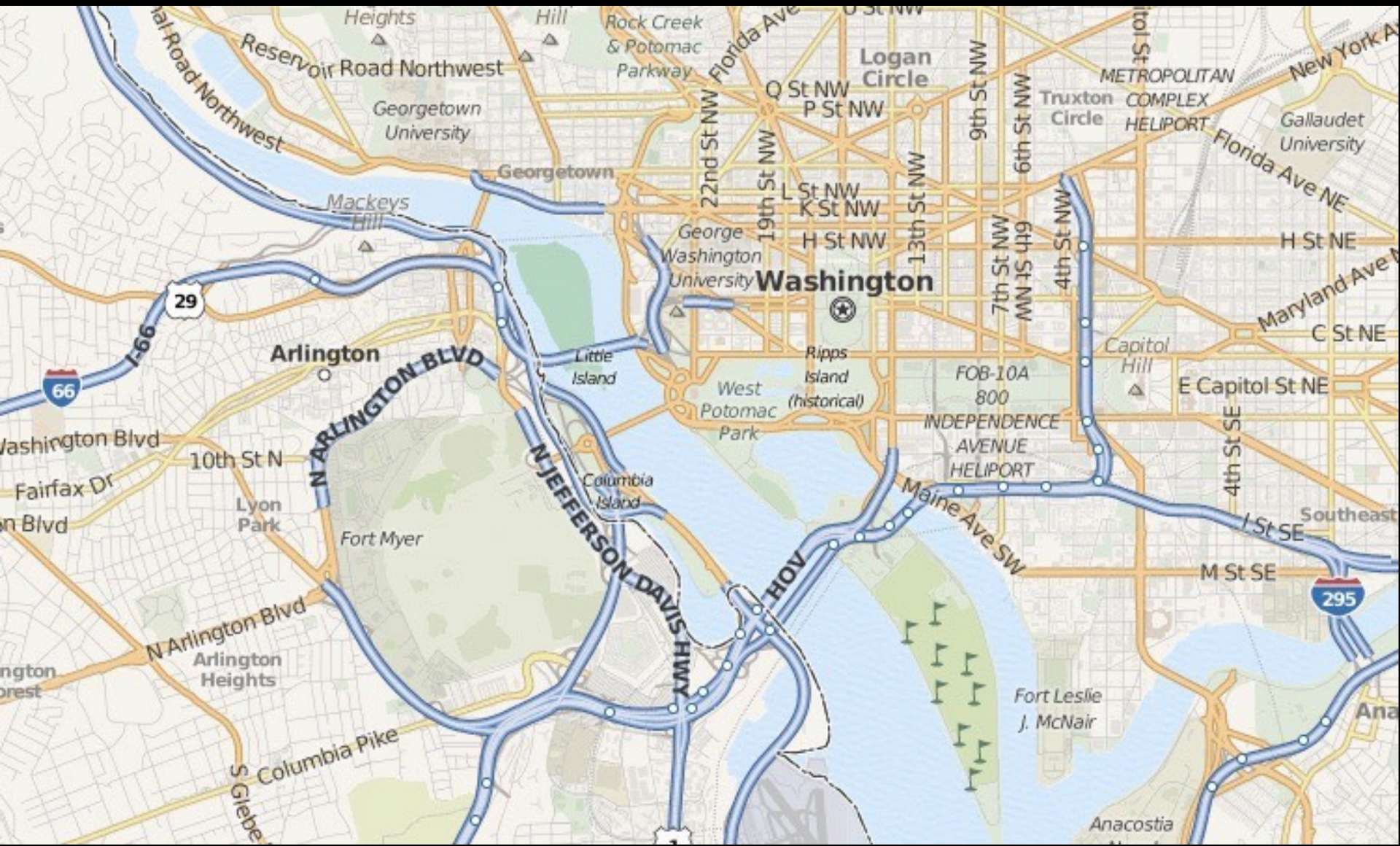
Richmond

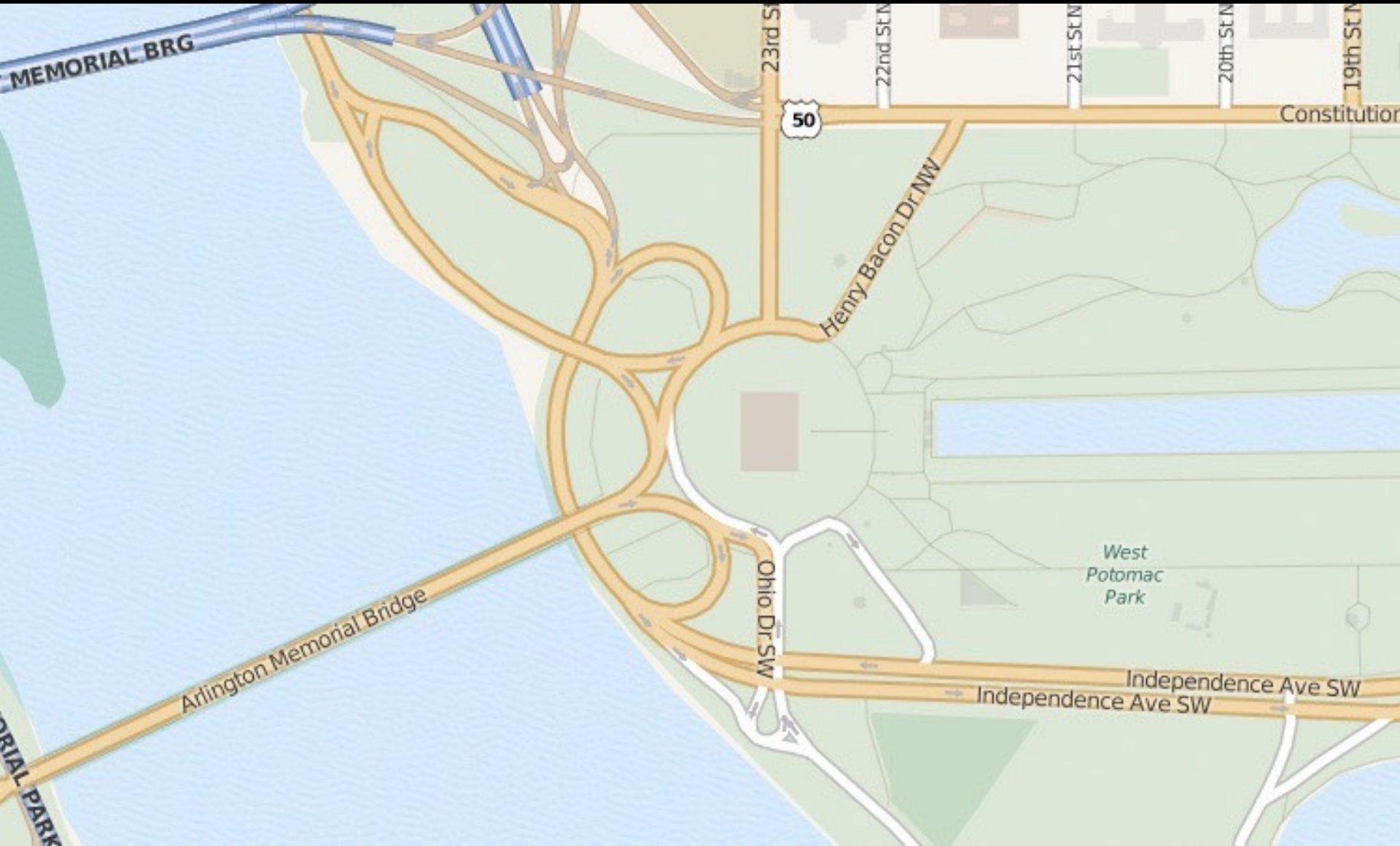
Roanoke

VIRGINIA

Suffolk







MEMORIAL BRG

50

Constitution

Henry Bacon Dr NW

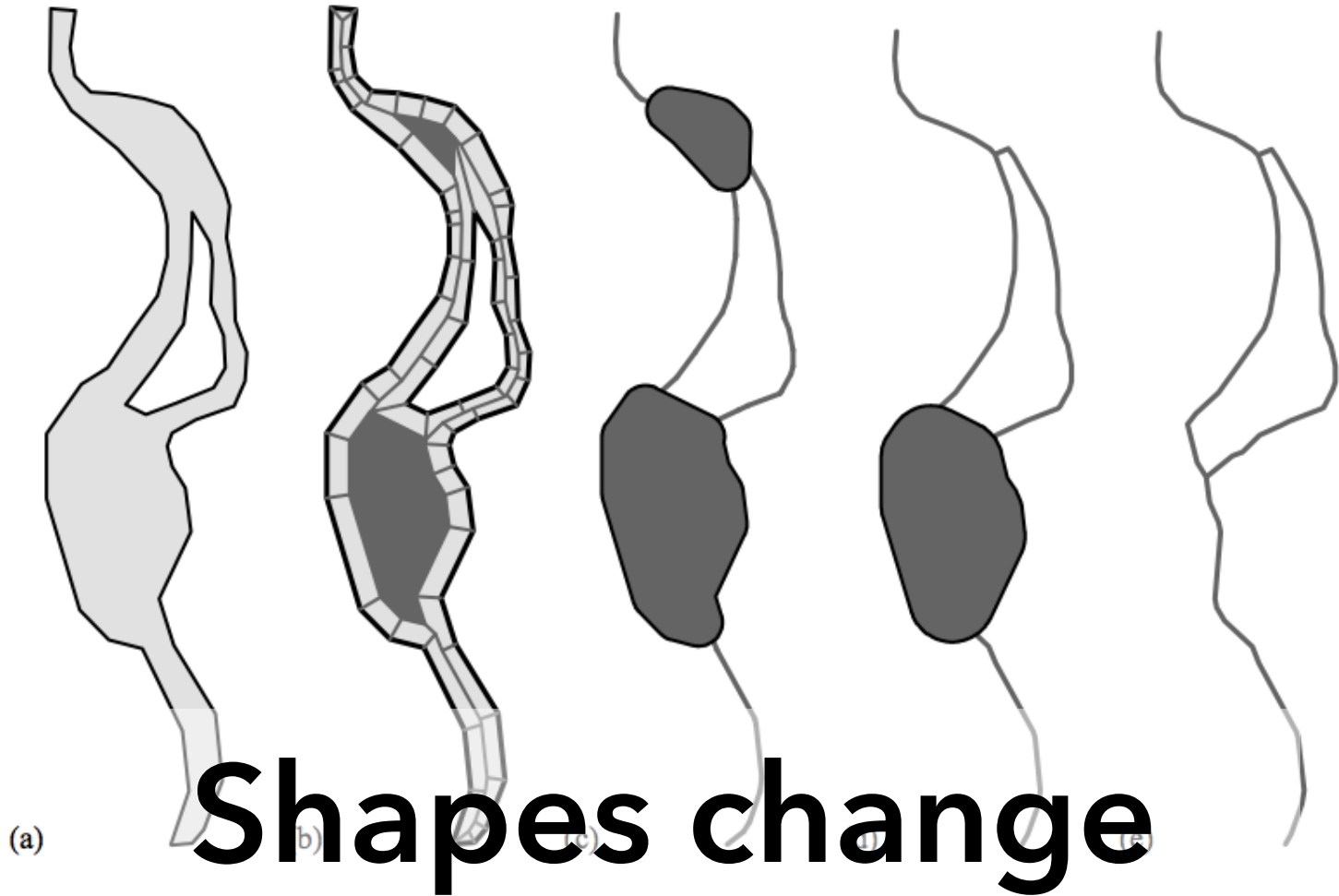
Arlington Memorial Bridge

West Potomac Park

Ohio Dr SW

Independence Ave SW

MEMORIAL PARK



Shapes change

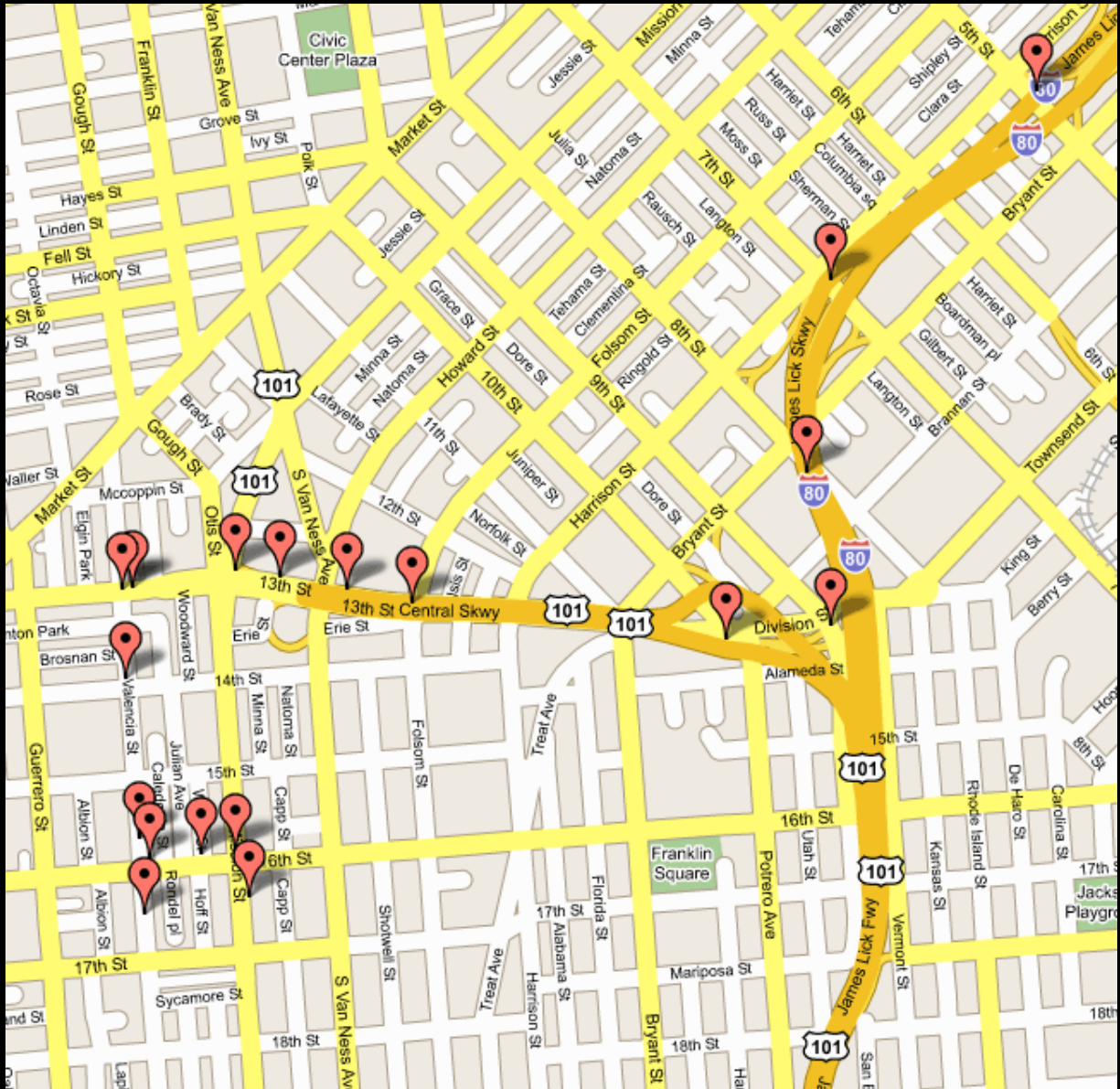
Figure 11. Fragmentation of a river into polygons and lines with different thresholds leading to different results (c, d, e).

at different scales

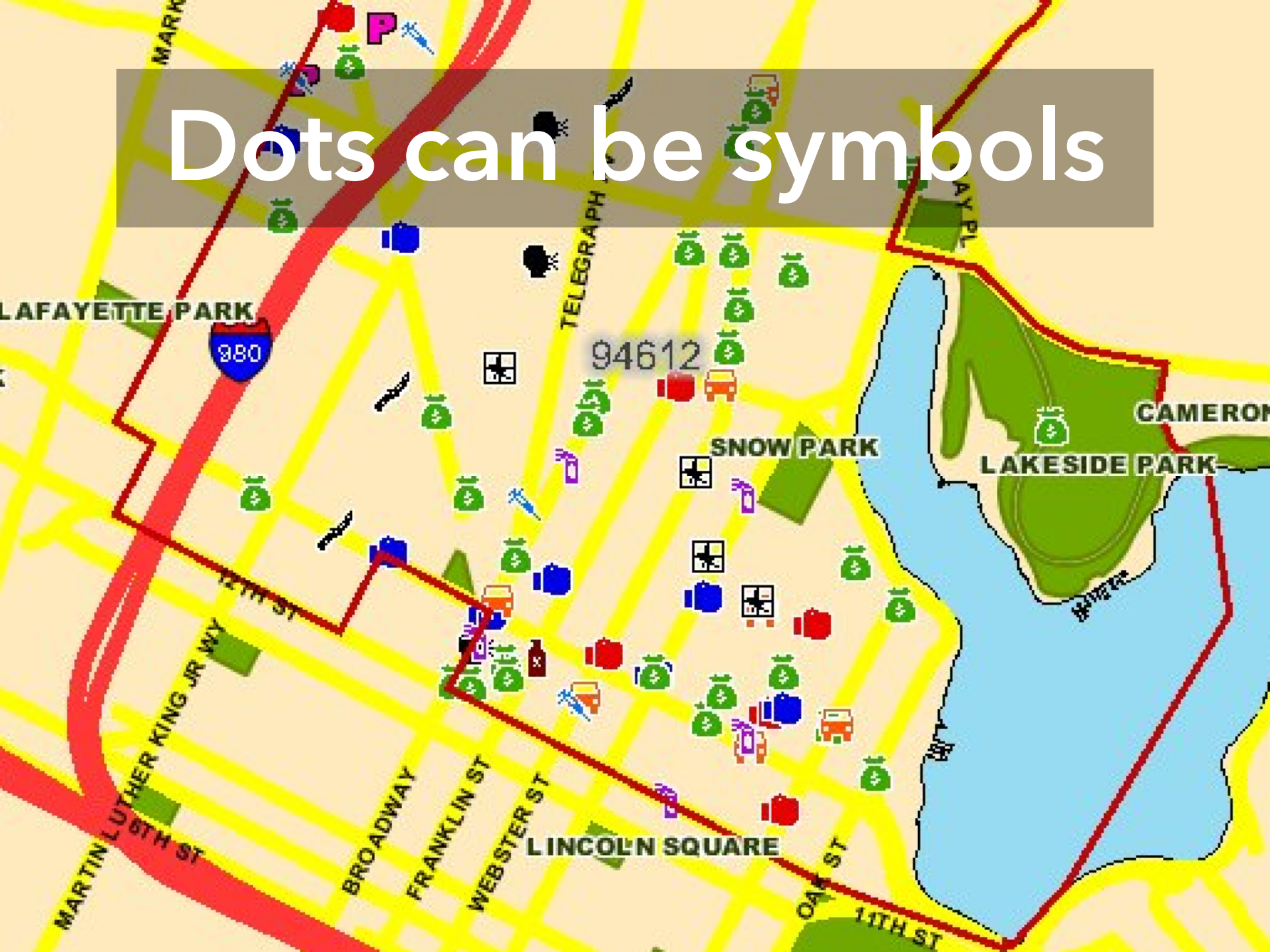
Mapping

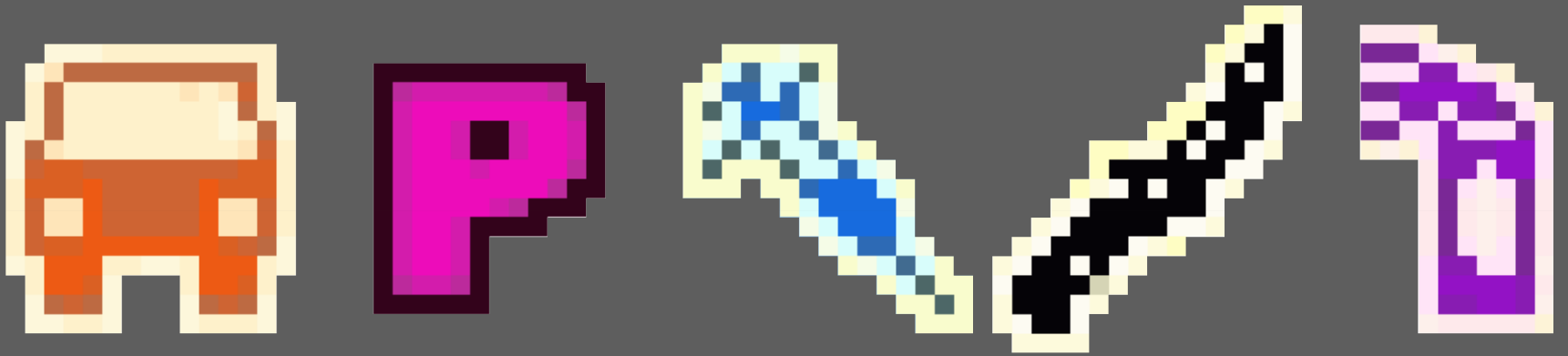
Visualizing Geospatial Data

Symbol Maps



Dots can be symbols






Guess the crime

Dots can can be good symbols

CRIME TYPE	Show All Hide All
AA	Aggravated Assault
Mu	Murder
Ro	Robbery
SA	Simple Assault
DP	Disturbing the Peace
Na	Narcotics
Al	Alcohol
Pr	Prostitution
Th	Theft
VT	Vehicle Theft
Va	Vandalism
Bu	Burglary
Ar	Arson

TIME OF DAY
Show All | Hide All
Light | Dark [nearest hour]
Commute | Nightlife
Day | Night | Swing Shift



DATE Past Week
Sep 2009
AUG 17 2009 AUG 24 2009 AUG 31 2009 SEP 7 2009





Dots can include data

Dots are ubiquitous



"Red Dot Fever"



Mapping America: Every City, Every Block

Find something interesting? Share this view on [Twitter](#) or [Facebook](#)

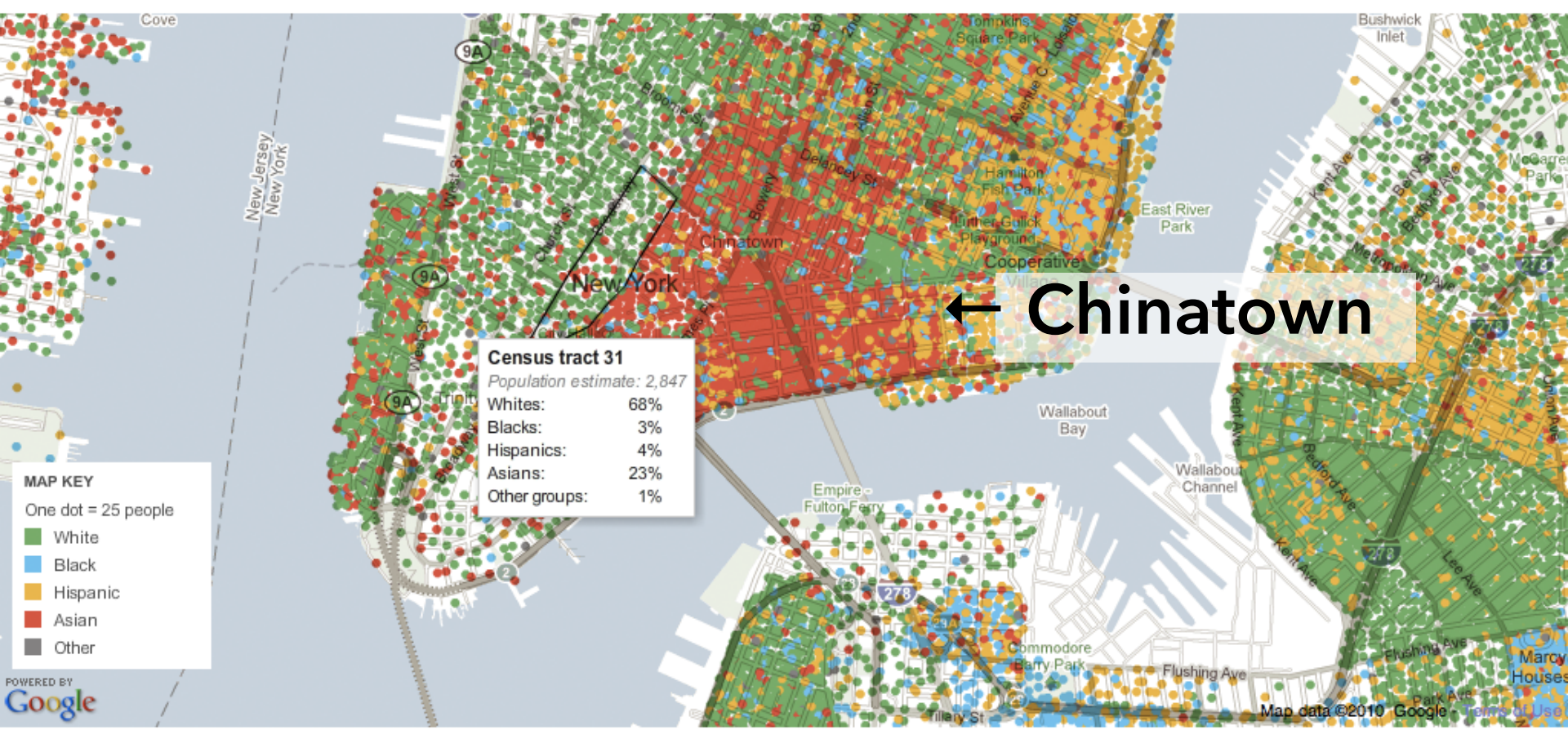
Browse local data from the Census Bureau's American Community Survey, based on samples from 2005 to 2009. Because these figures are based on [View Readers Maps \(49\)](#) samples, they are subject to a margin of error, particularly in places with a low population, and are best regarded as estimates.

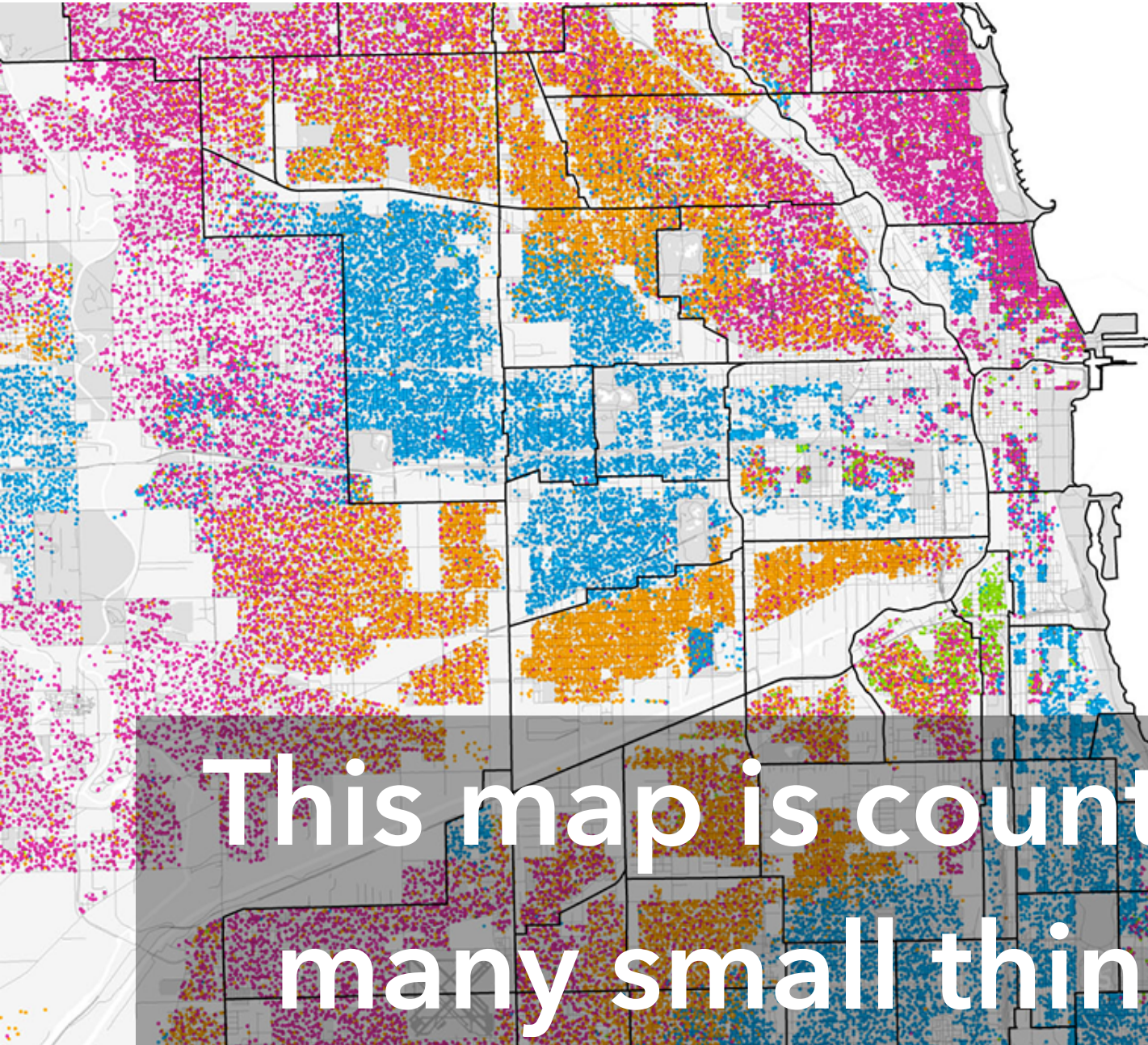
Distribution of racial and ethnic groups

[View More Maps](#)

Address, ZIP code or city

Go





the black lines show
chicago's official
community areas.

each dot represents
twenty-five people.
here, hispanic is
exclusive of other
categories.

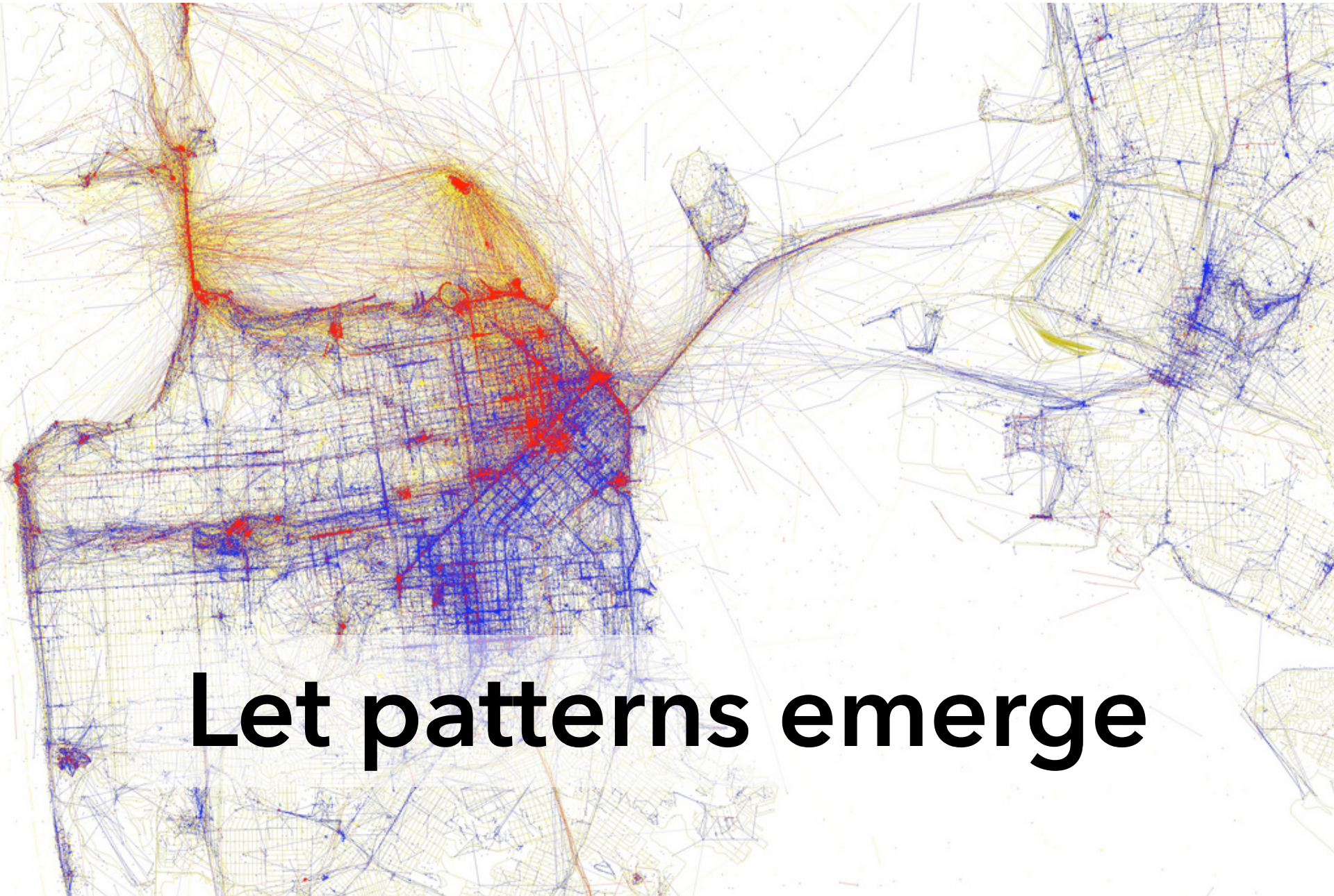
block-level data
from the U.S. census.

scale 1:200,000

This map is counting
many small things

Clustering, grouping

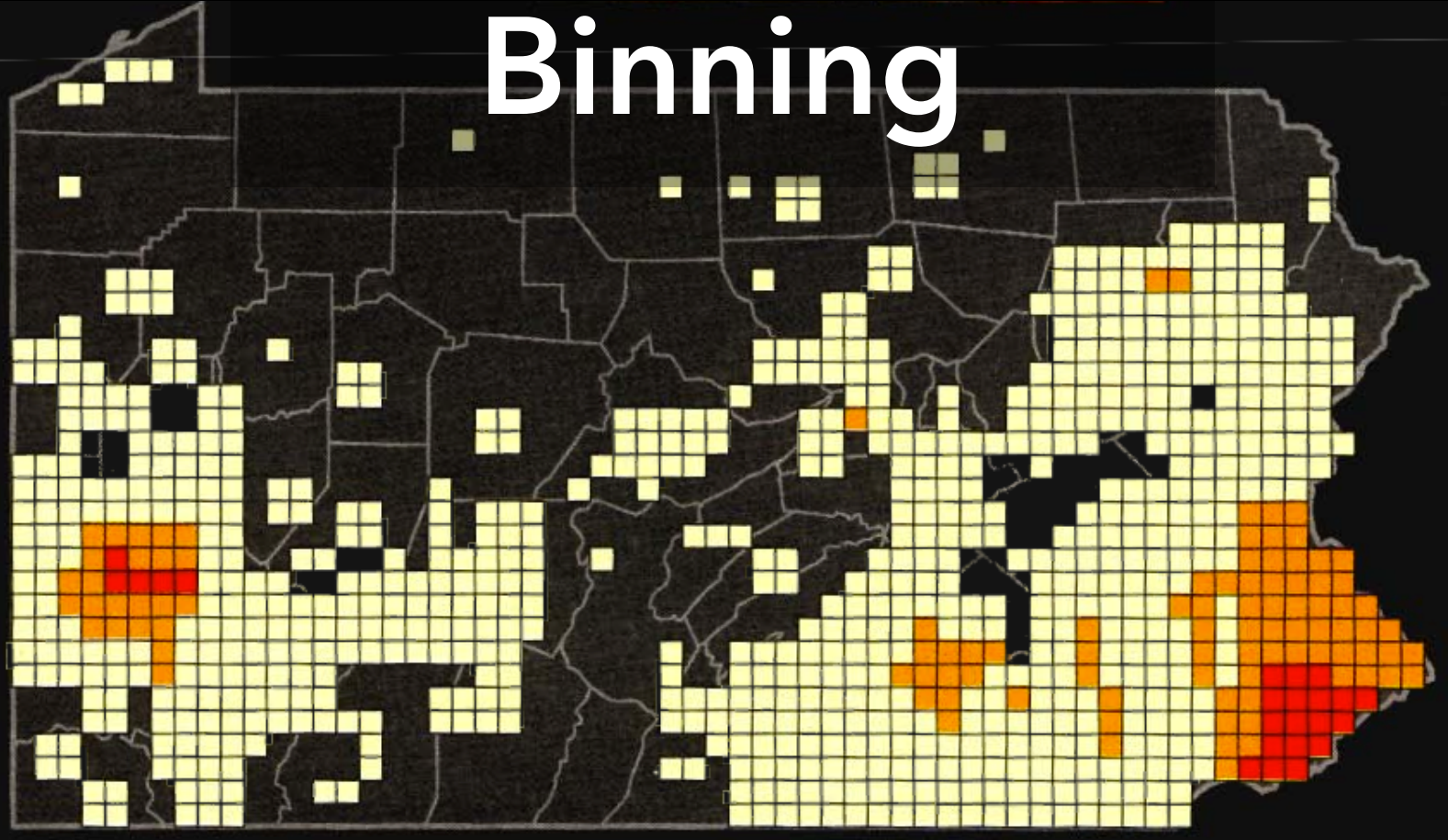


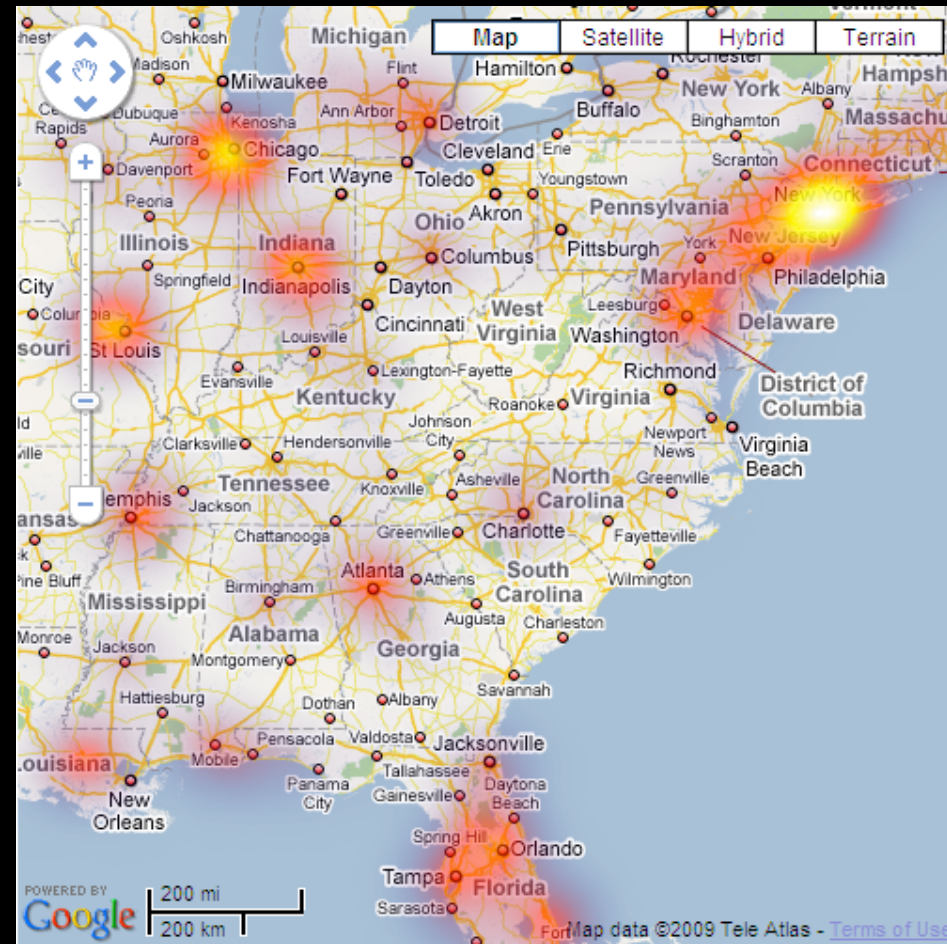
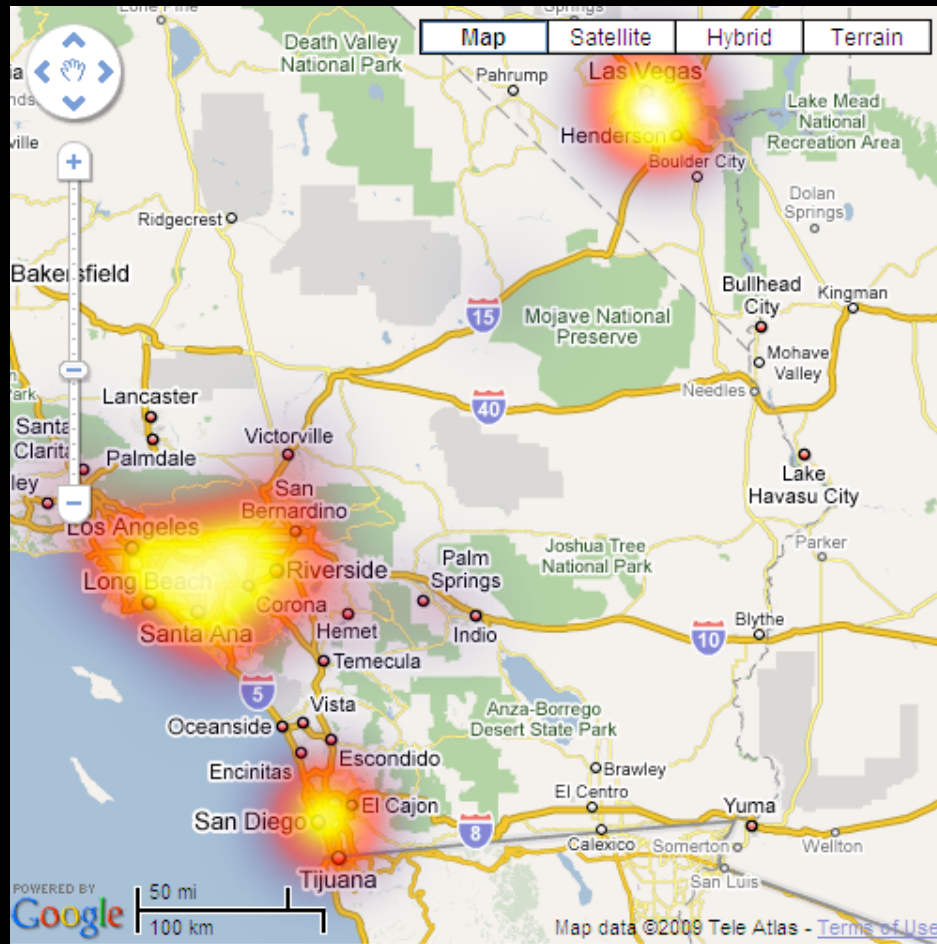


Let patterns emerge

Continuous Data

Binning

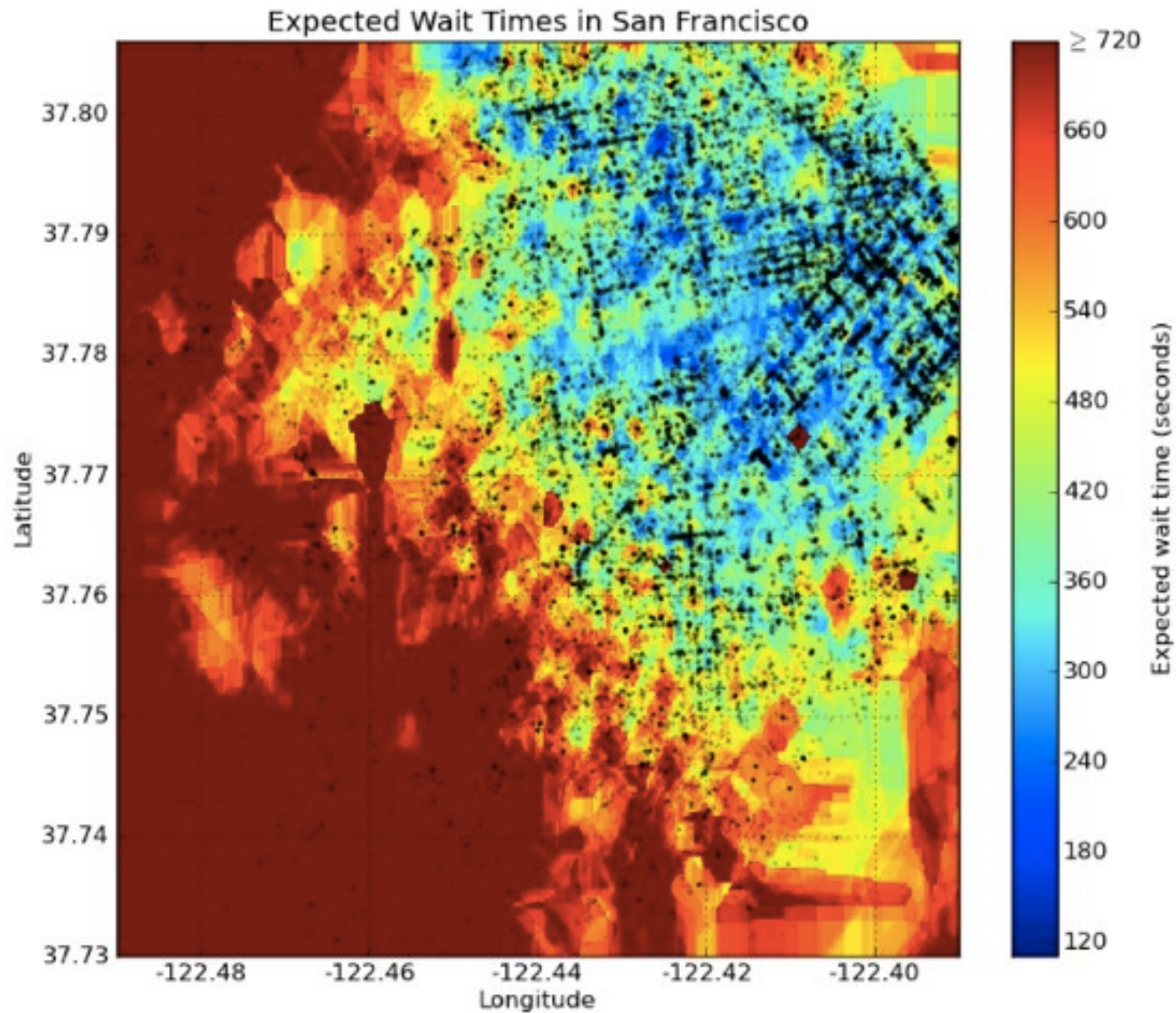




Don't hide the context

Uber Wait Times, 2011

<http://sta.mn/6x27>



Break data into buckets

CRIMESPOTTING

The brazen 2007 murder of journalist Chauncey Bailey in Oakland, California, led Stamen partner Mike Migurski to

make the city's crime data more accessible. This heat map of downtown uses data from CrimeWatch, a community website,

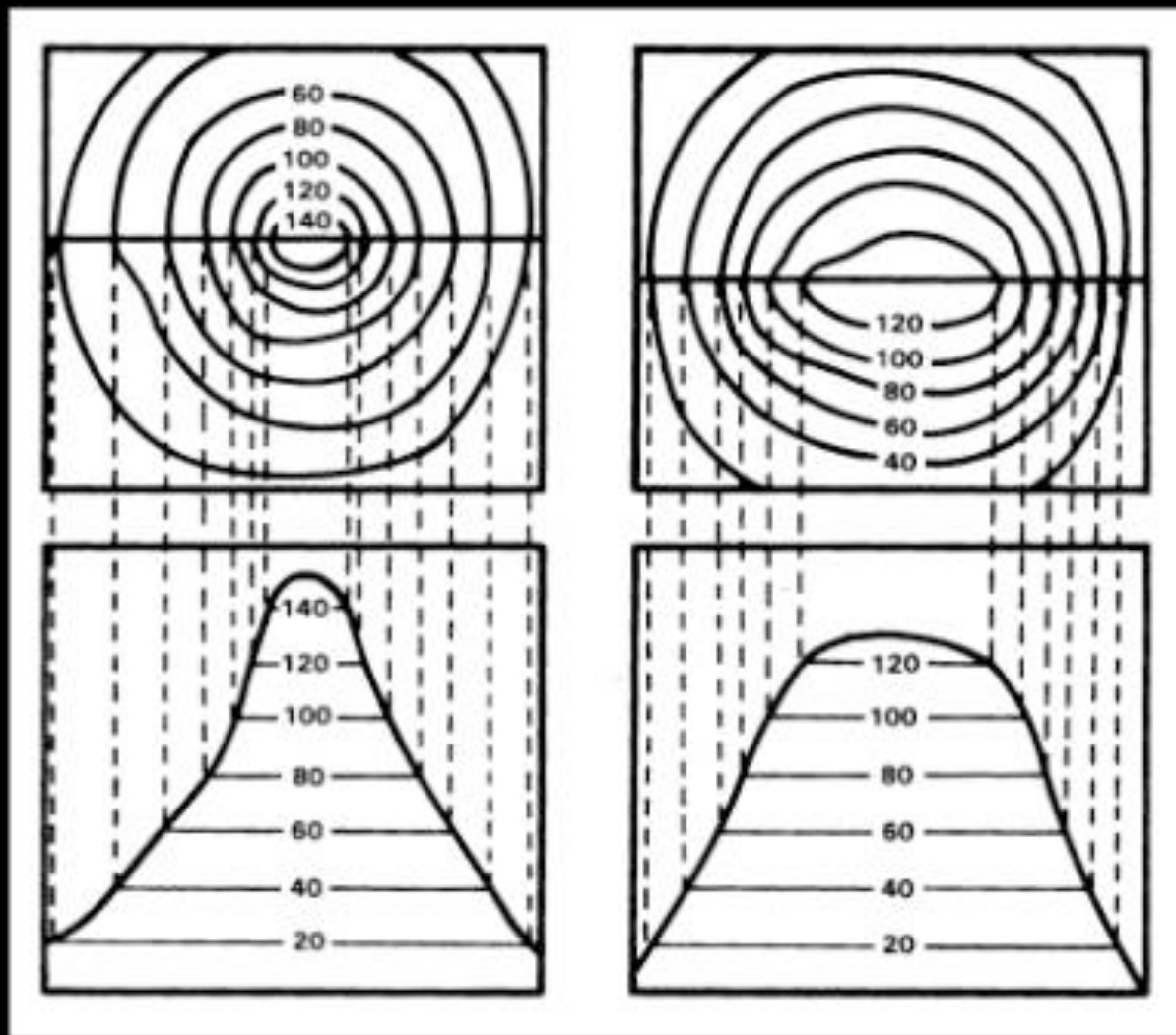
to show the gaps between crimes at a given intersection: white is high-crime; darker areas are safe. stamen.com

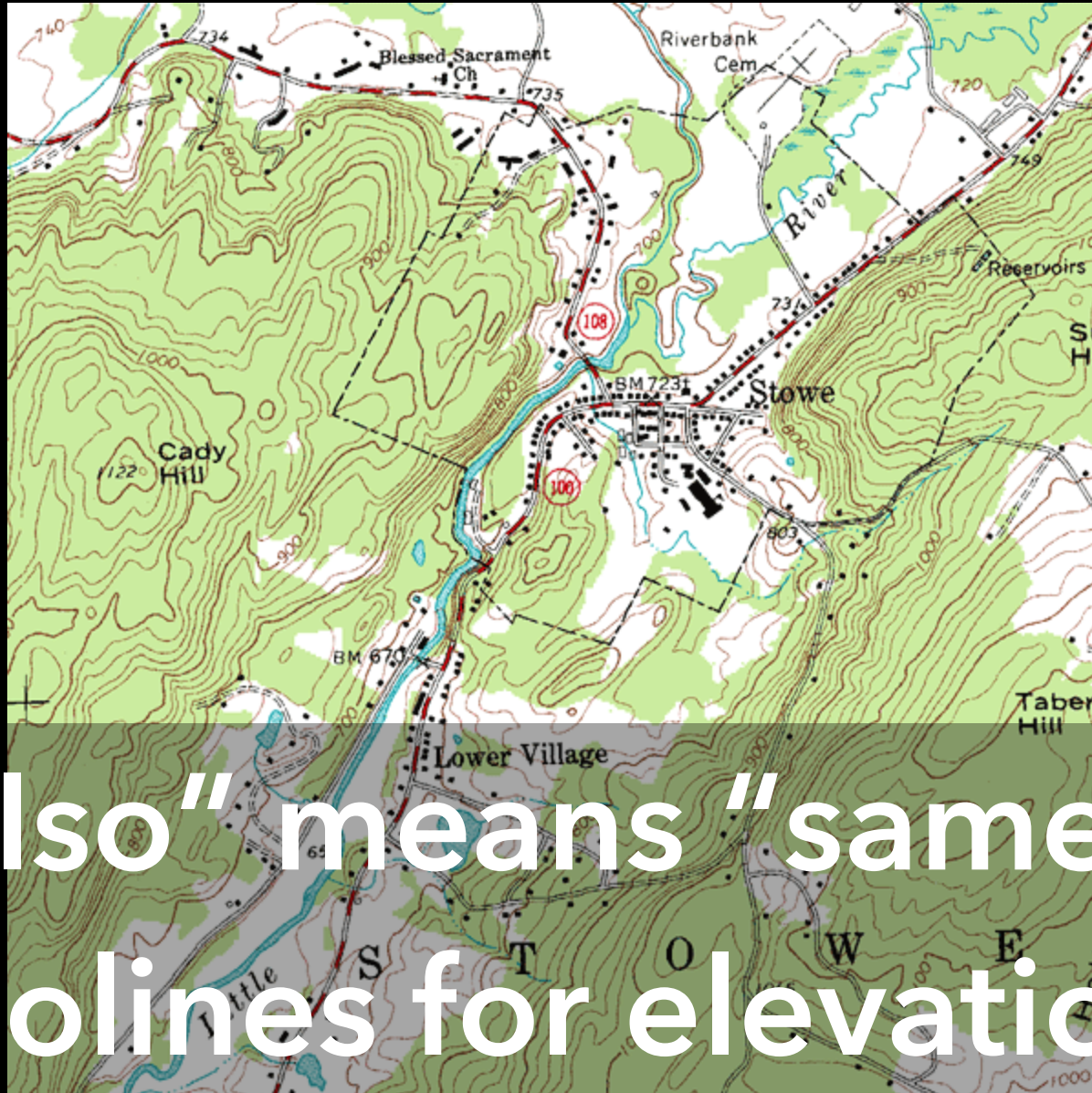
KEY
Colours show how recently a crime was reported in a given part of Oakland

- A week ago
- Two weeks ago
- A month ago
- Two months ago
- Three months ago
- Four months ago
- Five months ago

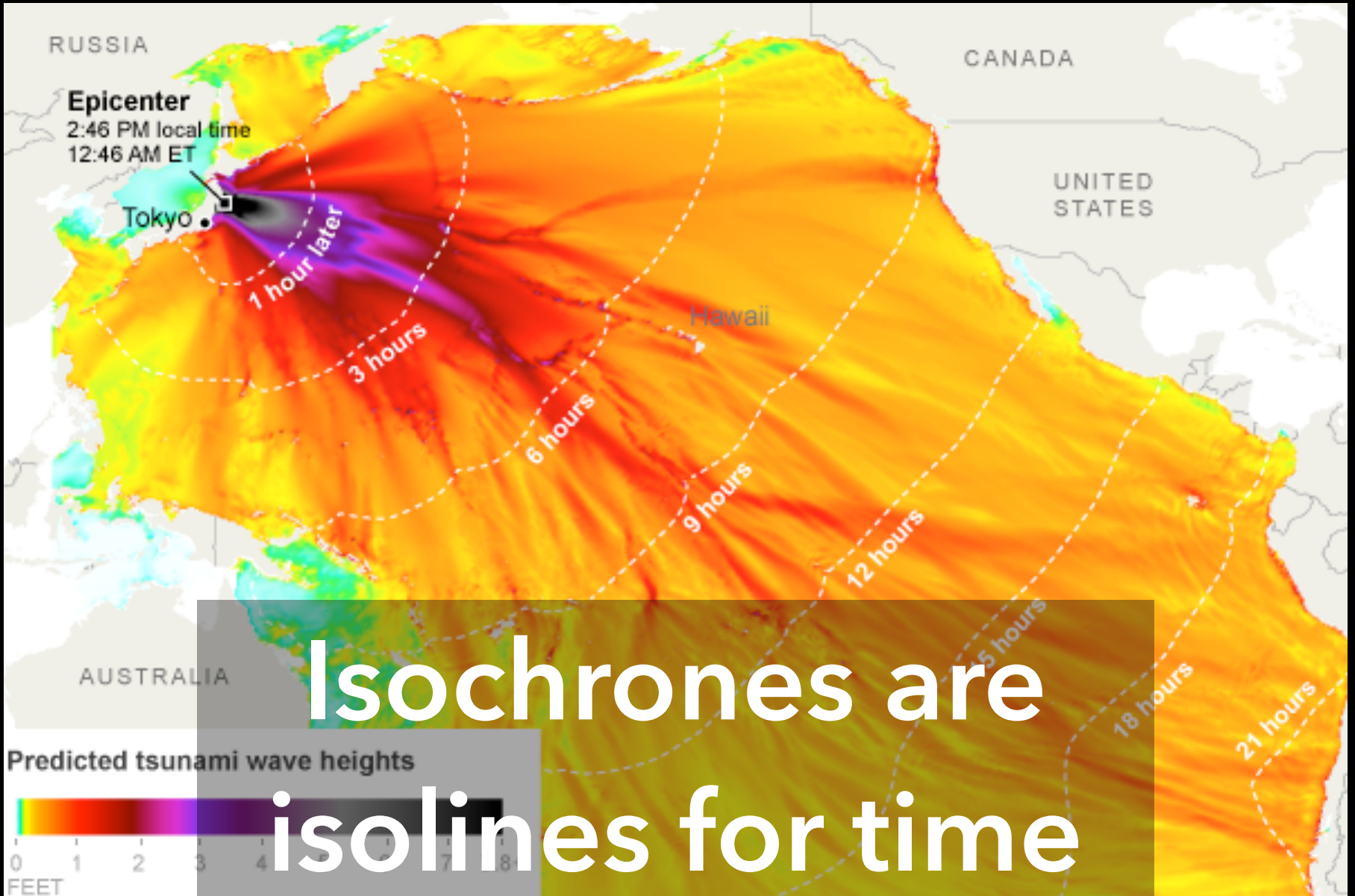
Meaningful buckets

<http://sta.mn/b6>

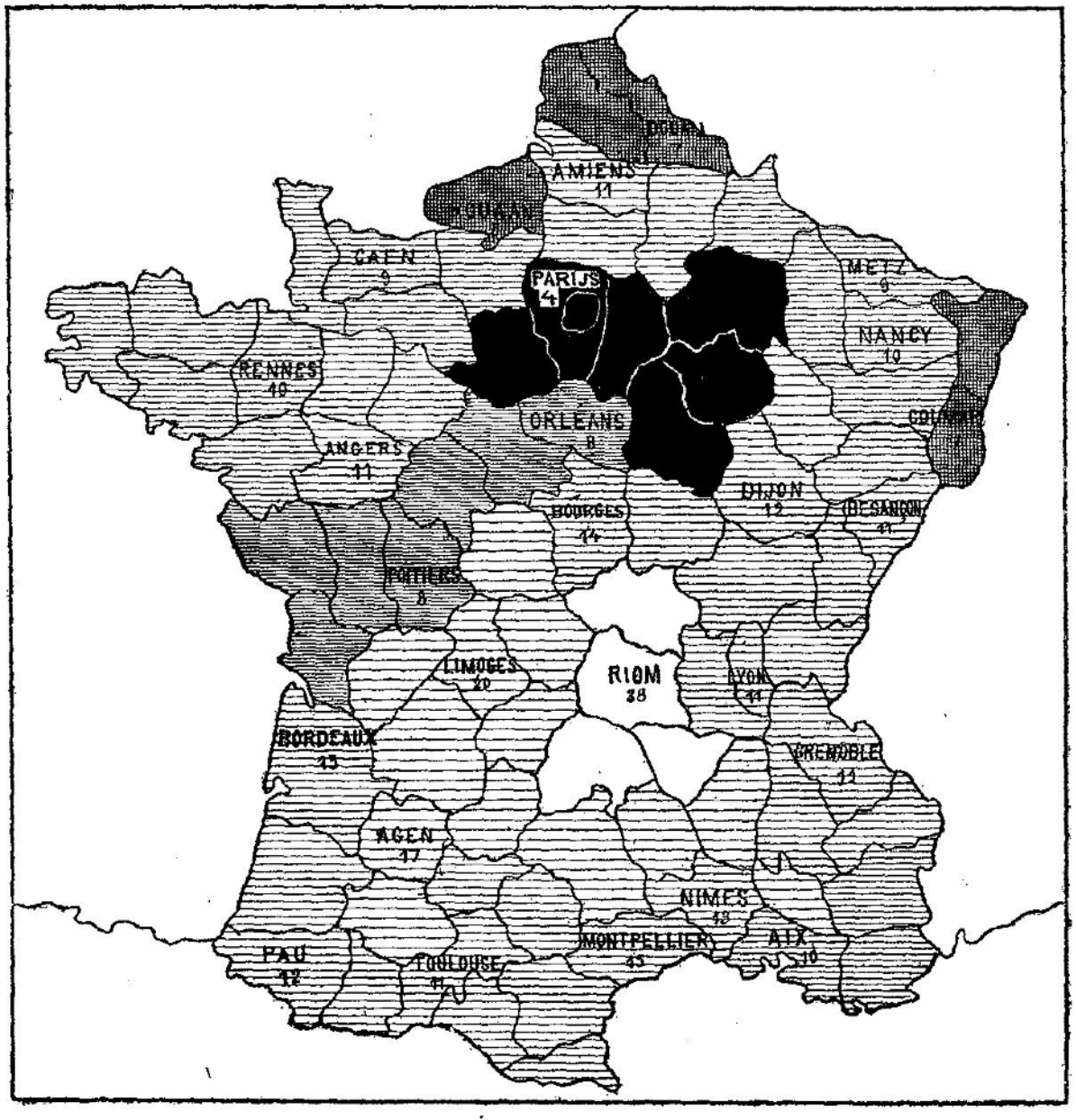




"Iso" means "same"
Isolines for elevation

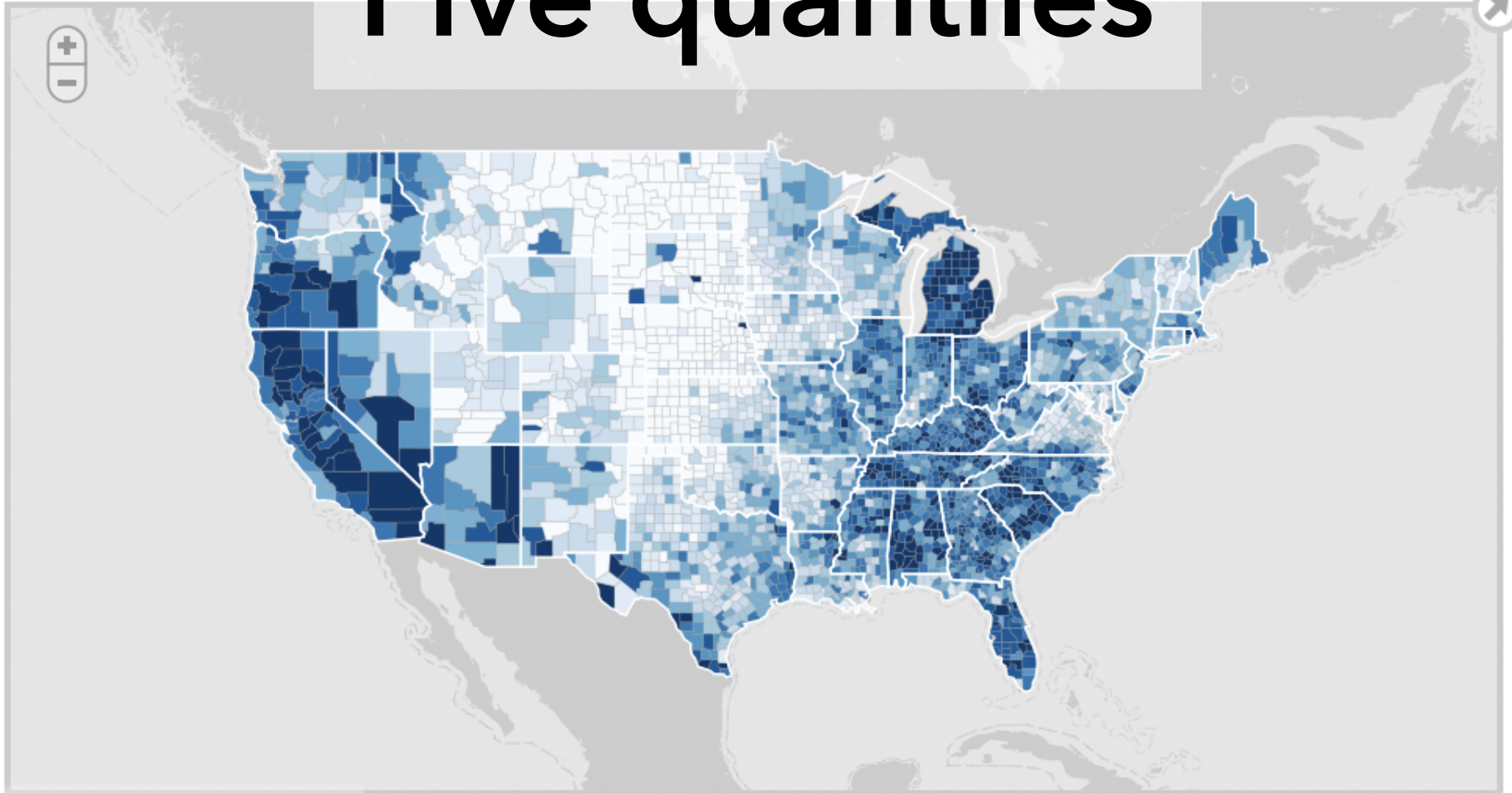


Choropleth Maps

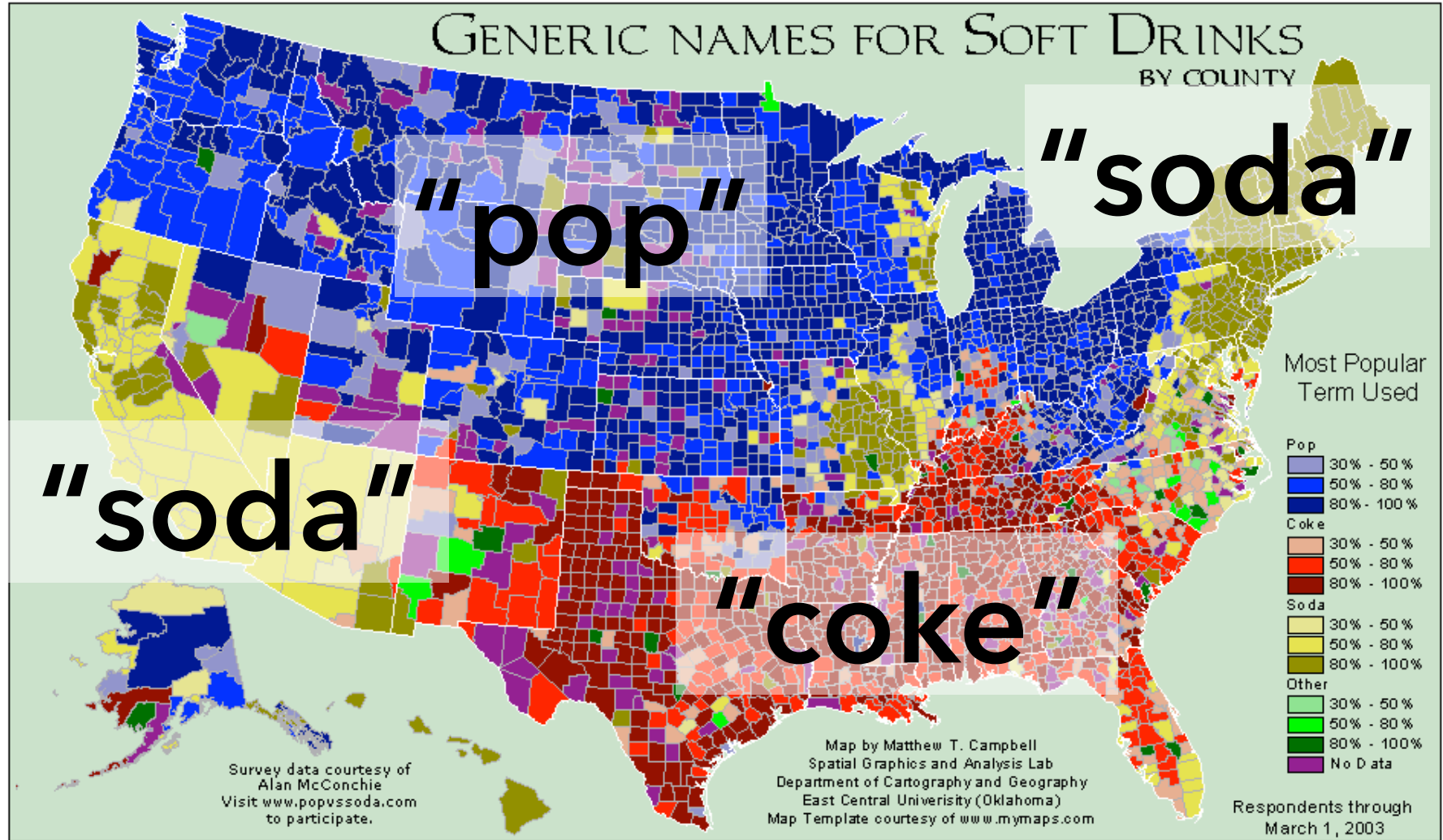


1826(?) Illiteracy in France, Pierre Charles Dupin

Five quantiles

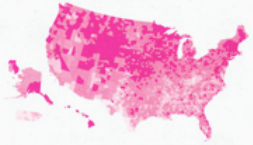


GENERIC NAMES FOR SOFT DRINKS BY COUNTY



READING, WRITING, AND EARNING MONEY

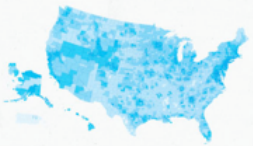
The latest data from the U.S. Census's American Community Survey paints a fascinating picture of the United States at the county level. We've looked at the educational achievement and the median income of the entire nation, to see where people are going to school, where they're earning money, and if there is any correlation.



A HIGH SCHOOL GRADUATES 65% 75% 82% 85%



B COLLEGE GRADUATES 15% 22% 30% 40%

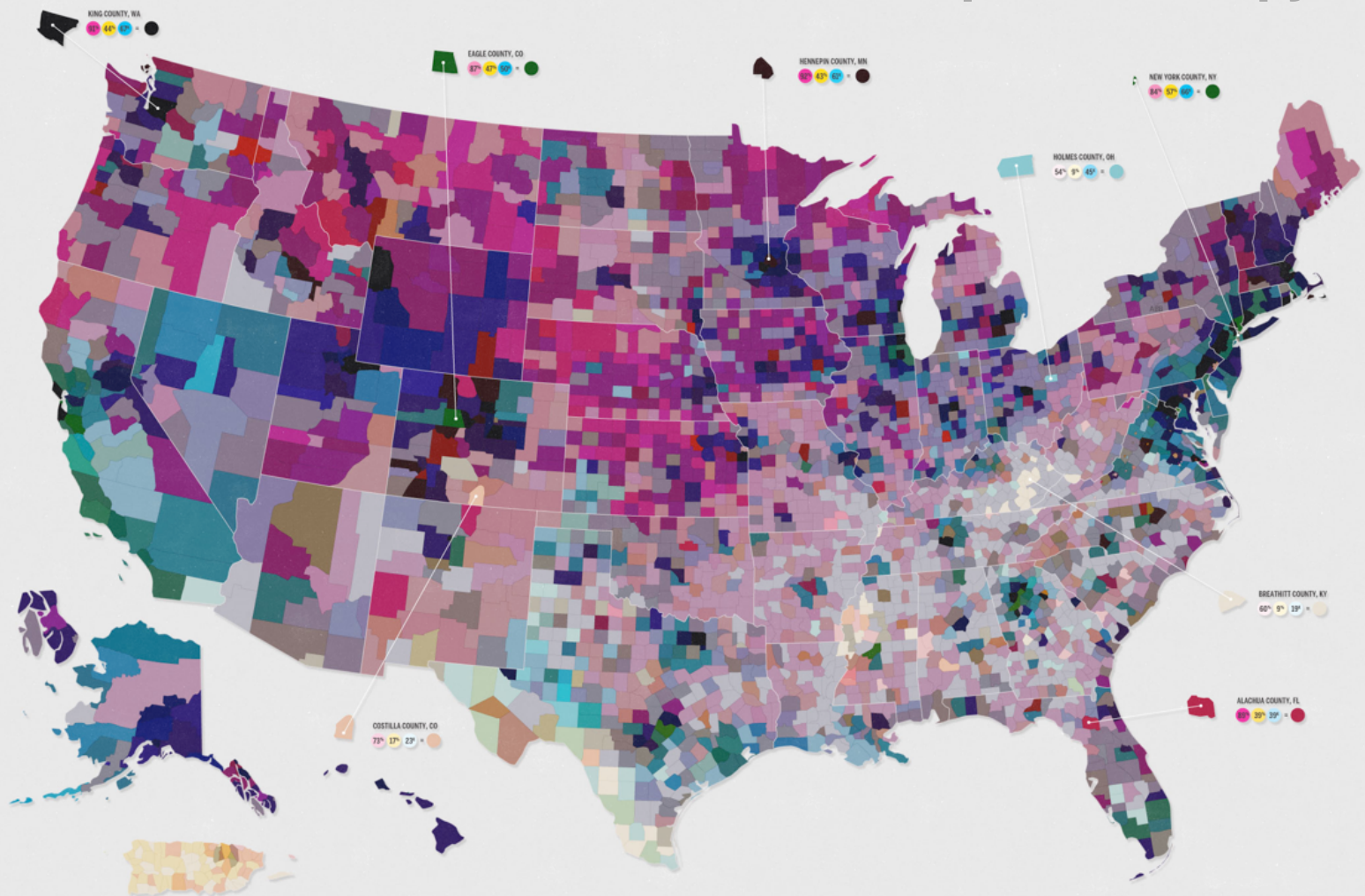


C MEDIAN HOUSEHOLD INCOME 25K 40K 50K 60K

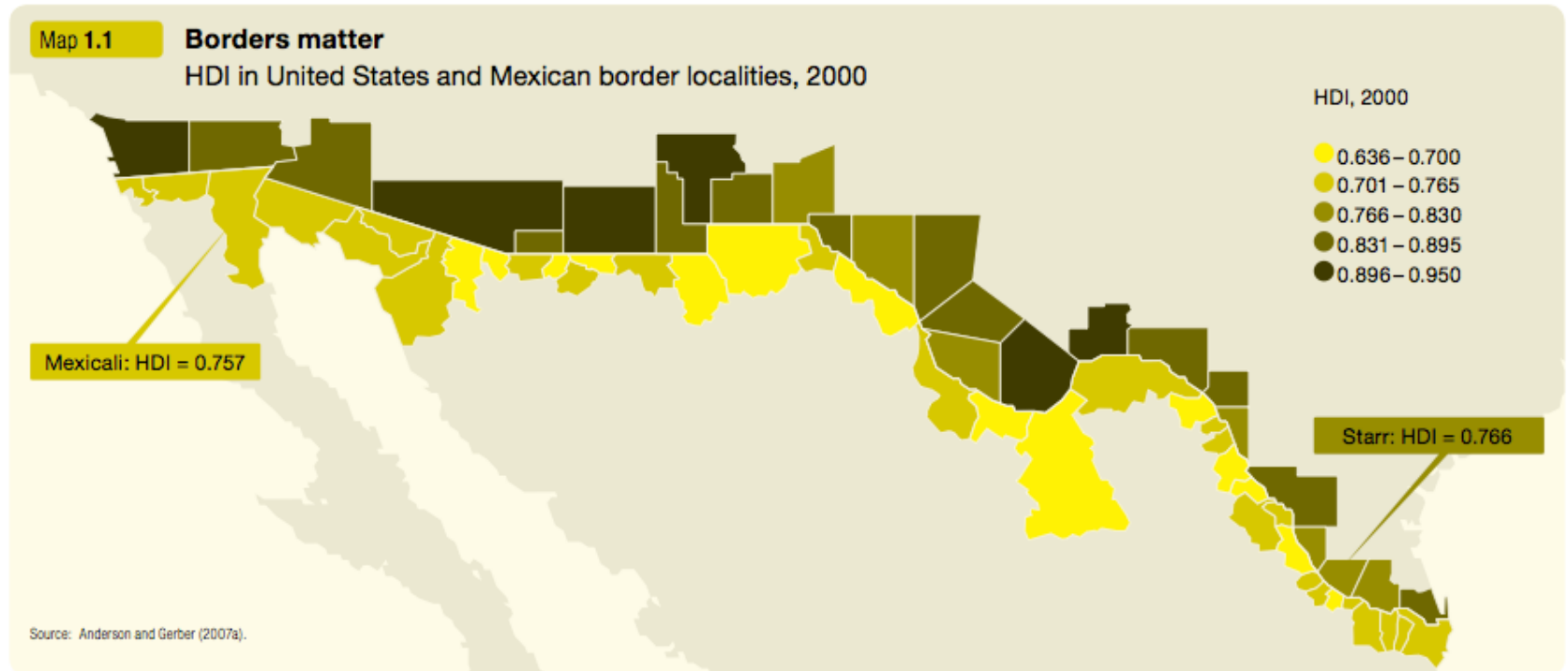
The map at right is a product of overlaying the three sets of data. The variation in hue and value has been produced from the data shown above. In general, darker counties represent a more educated, better paid population while lighter areas represent communities with fewer graduates and lower incomes.



A collaboration between GOOD and Gregory Huback
SOURCE: US Census



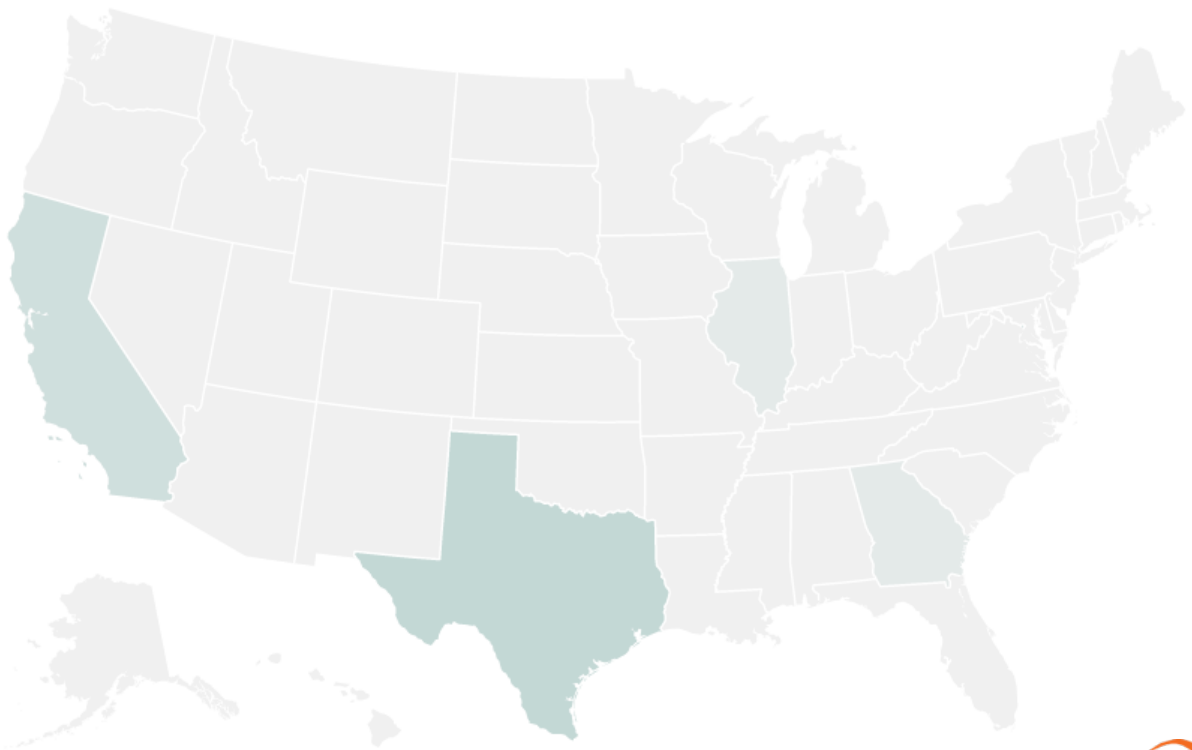
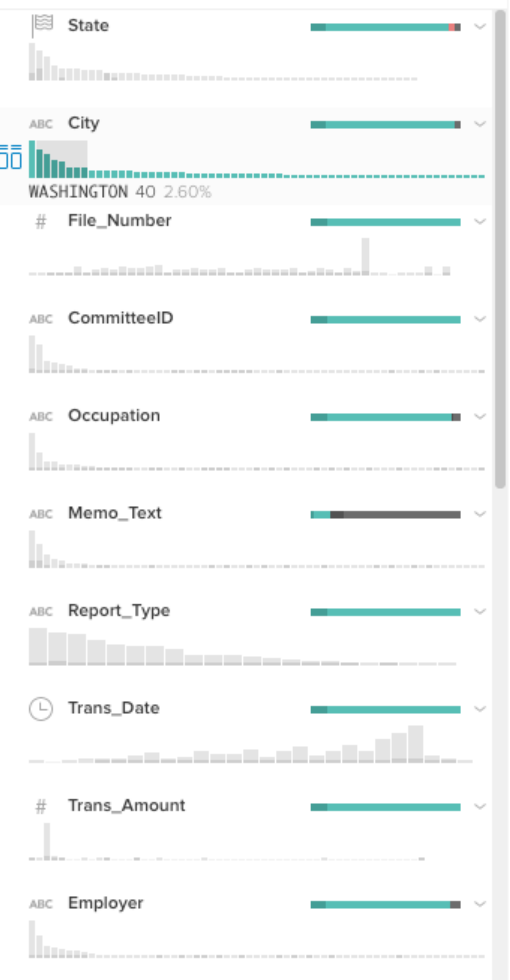
Choose colors well



Focus on the foreground

Sort: Default Edit

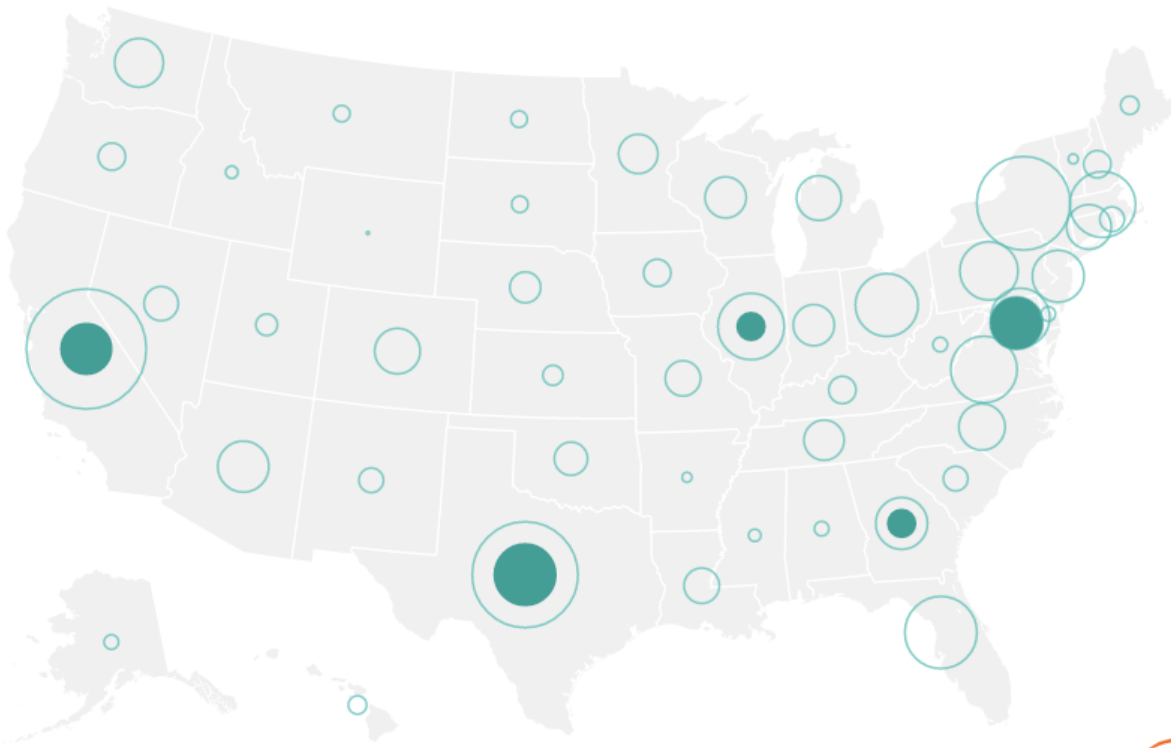
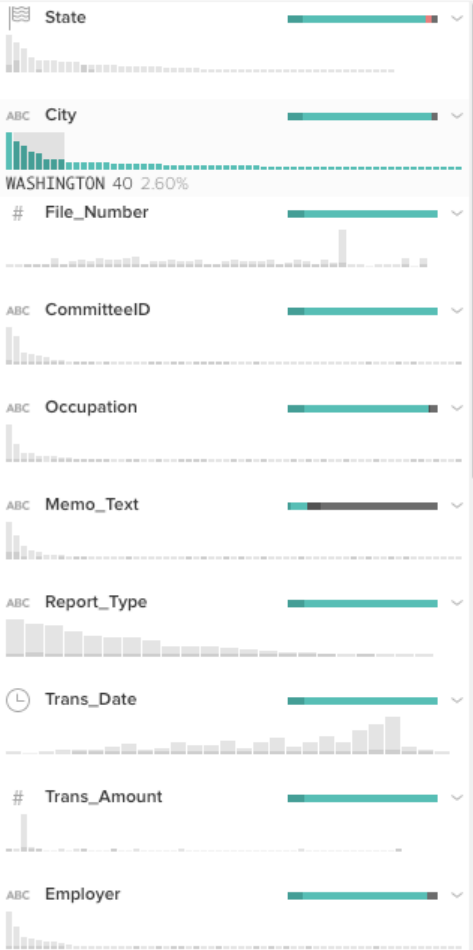
State



What is obscured?

Sort: Default Edit

State



Regions -> Symbols

Cartograms

New York Times ratings

198
Safe Dem.

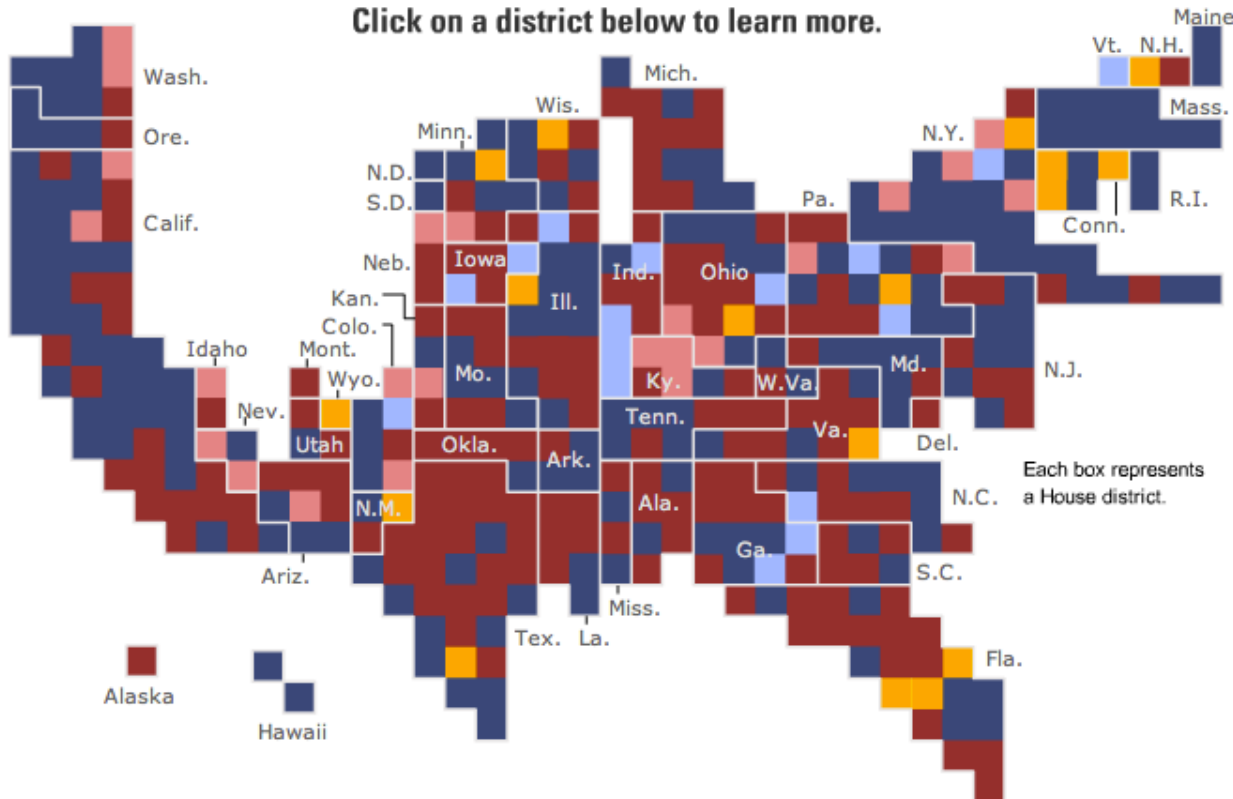
16
Leaning Dem.

17
Toss up

24
Leaning Rep.

180
Safe Rep.

Click on a district below to learn more.



Each box represents a House district.

ANALYZE RACES

CREATE OUTCOMES

Shade the map using the pull-down...

New York Times ratings [dropdown menu]

...then show only certain states

New York Times ratings ?

Democrat: Safe Leaning Toss Up

Republican: Safe Leaning

Current Rep. Dem. Rep.

Margin in 2004 House race

Democrat: >50% 25-50% <25%

Republican: >50% 25-50% <25%

Votes for president Kerry Gore Bush Bush

Appearances by big fundraisers ?

George W. Bush Bill Clinton

Races to watch ?

Open races

Switch districts ?

Urbanization

Urban Suburban Rural Mixed

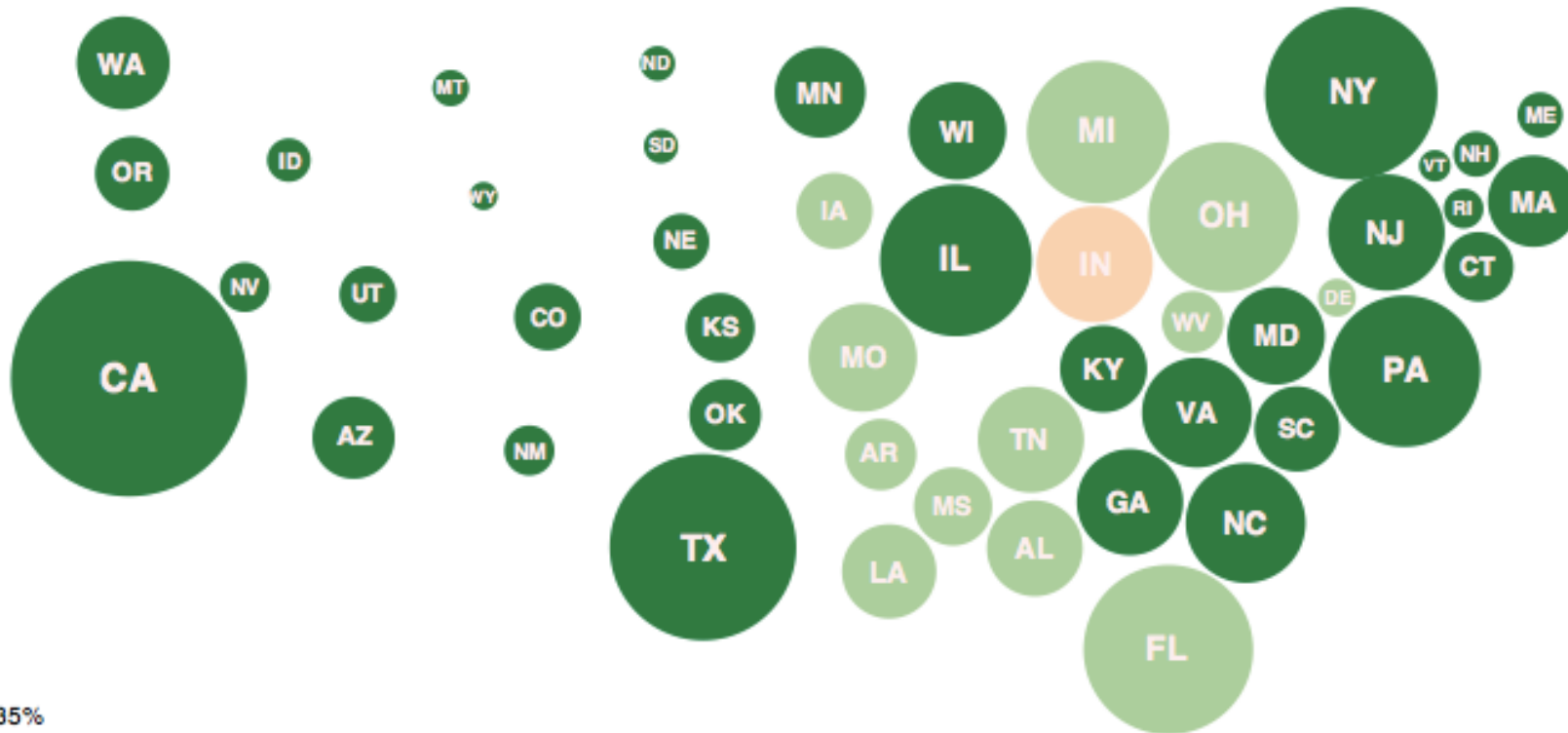
Race/Ethnicity

White Black Hispanic

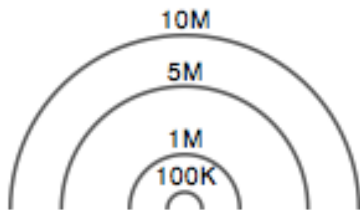
Median income

<\$30K \$30-50K >\$50K

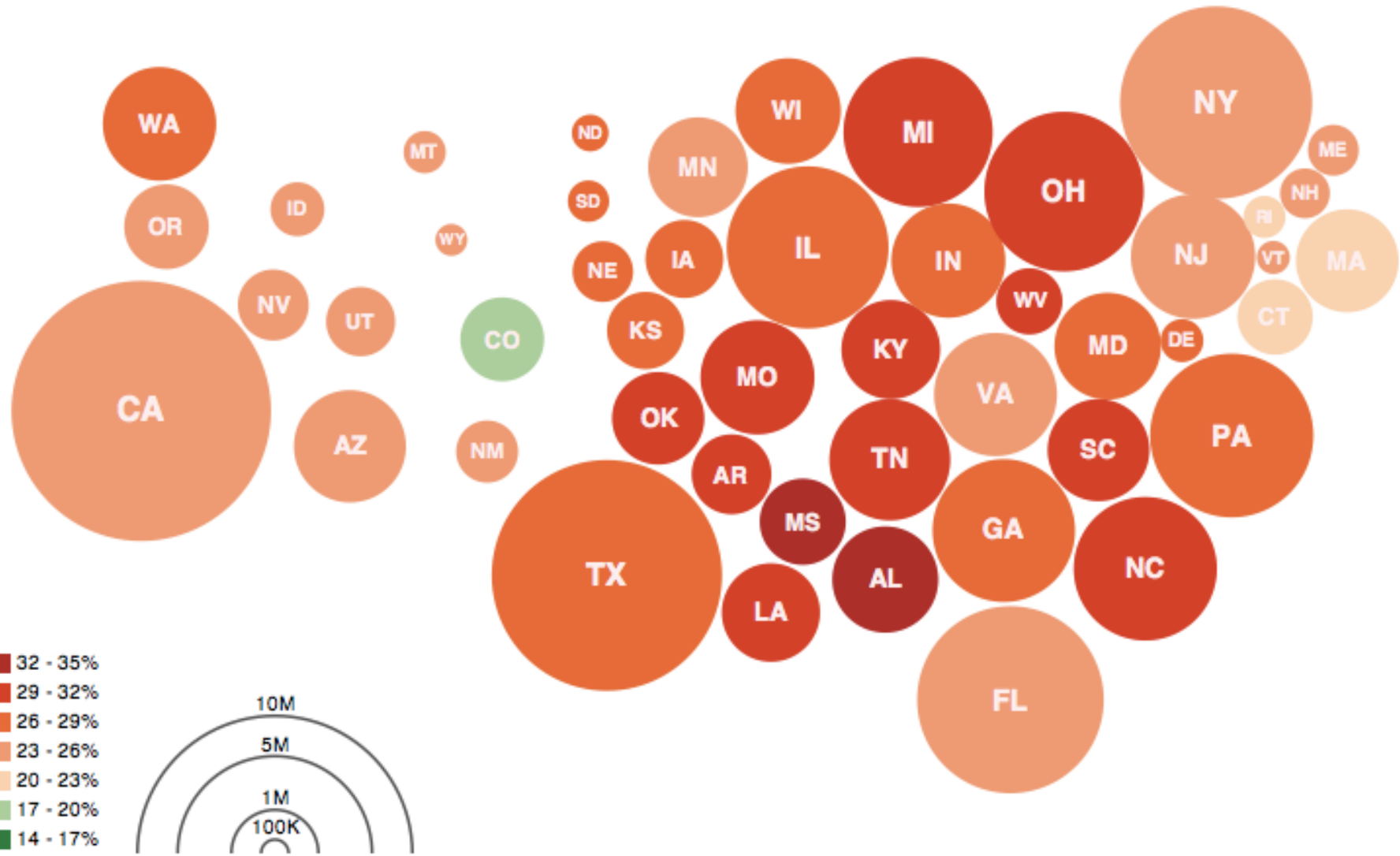
RESET



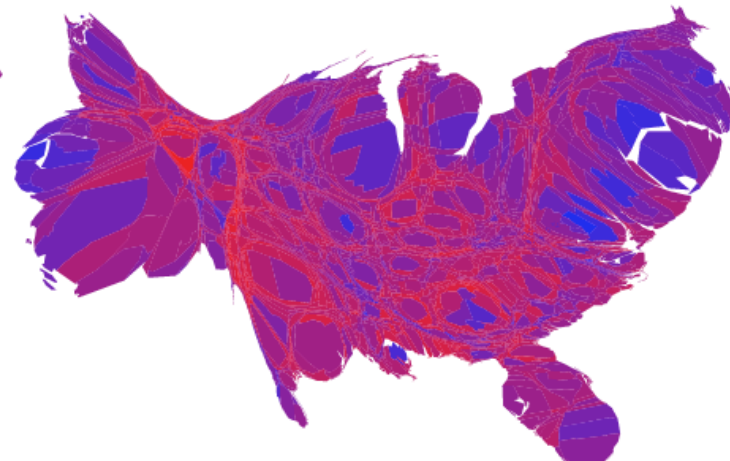
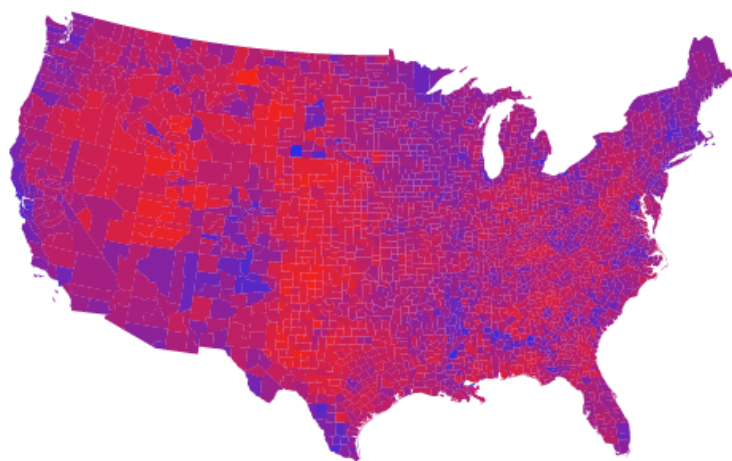
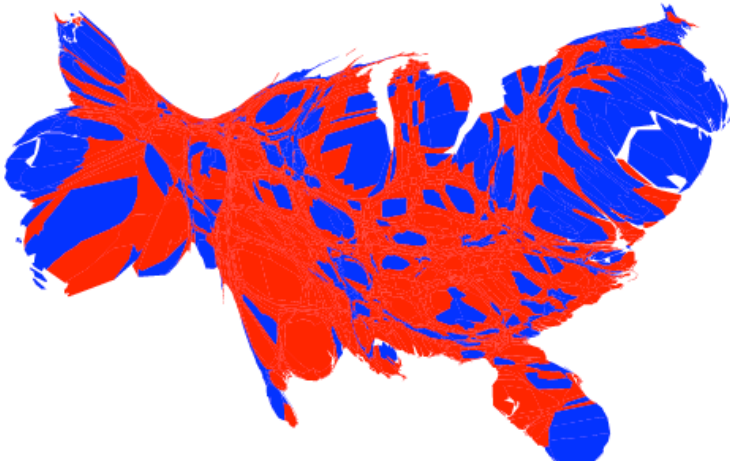
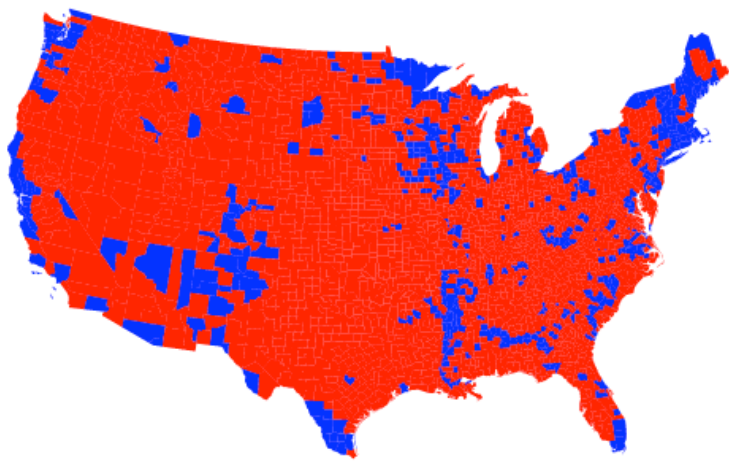
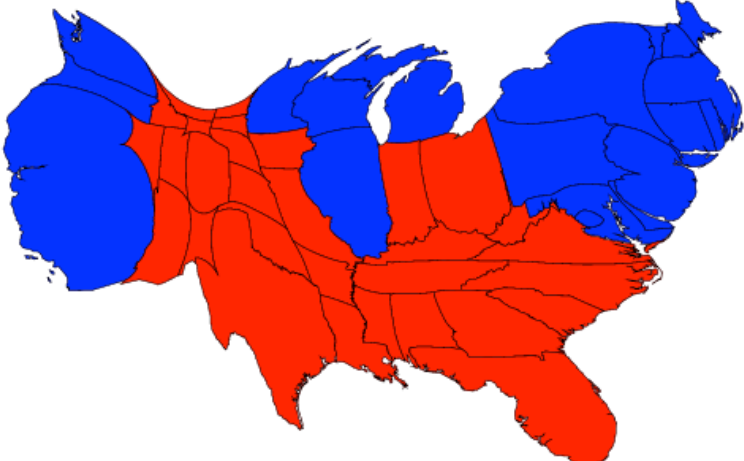
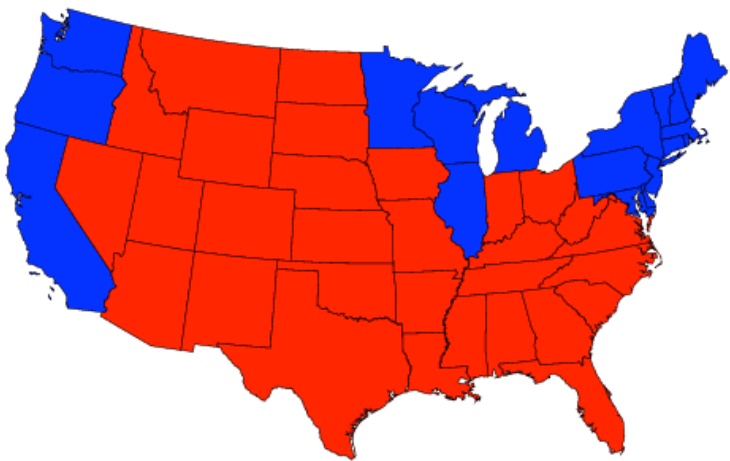
- 32 - 35%
- 29 - 32%
- 26 - 29%
- 23 - 26%
- 20 - 23%
- 17 - 20%
- 14 - 17%



Obesity Map (Dorling Cartogram) Vadim Ogievetsky



Obesity Map (Dorling Cartogram) Vadim Ogievetsky



China Still Dominates, but Some Manufacturers Look Elsewhere

While China maintains its overwhelming dominance in manufacturing, multinational companies are looking for ways to limit their reliance on factories there. [Related Article »](#)

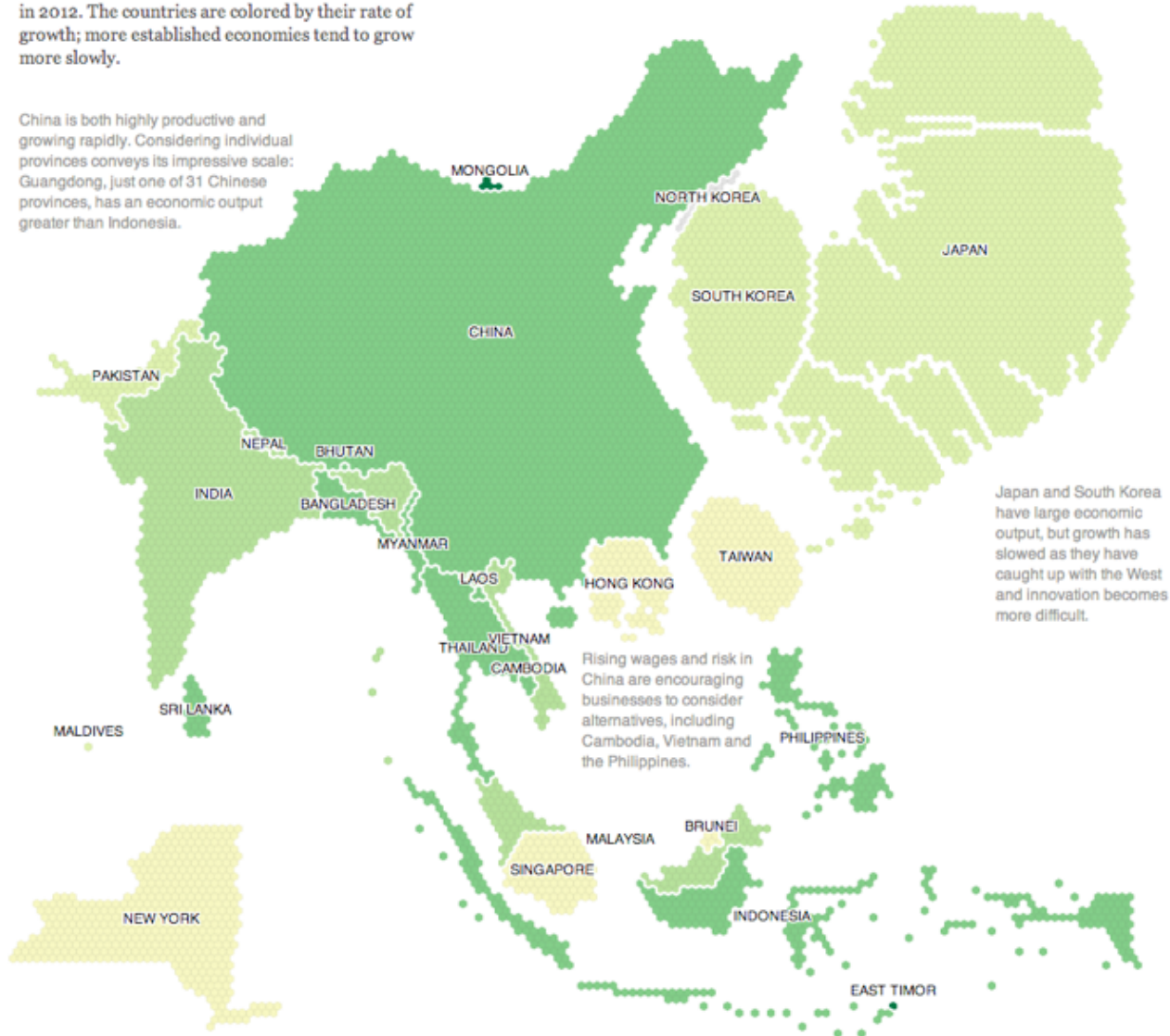
Economic Output

In this map, geography is distorted so that each country is **sized according to its economic output in 2012**. The countries are colored by their rate of growth; more established economies tend to grow more slowly.

China is both highly productive and growing rapidly. Considering individual provinces conveys its impressive scale: Guangdong, just one of 31 Chinese provinces, has an economic output greater than Indonesia.

Each hexagon represents \$2.7 billion in G.D.P.

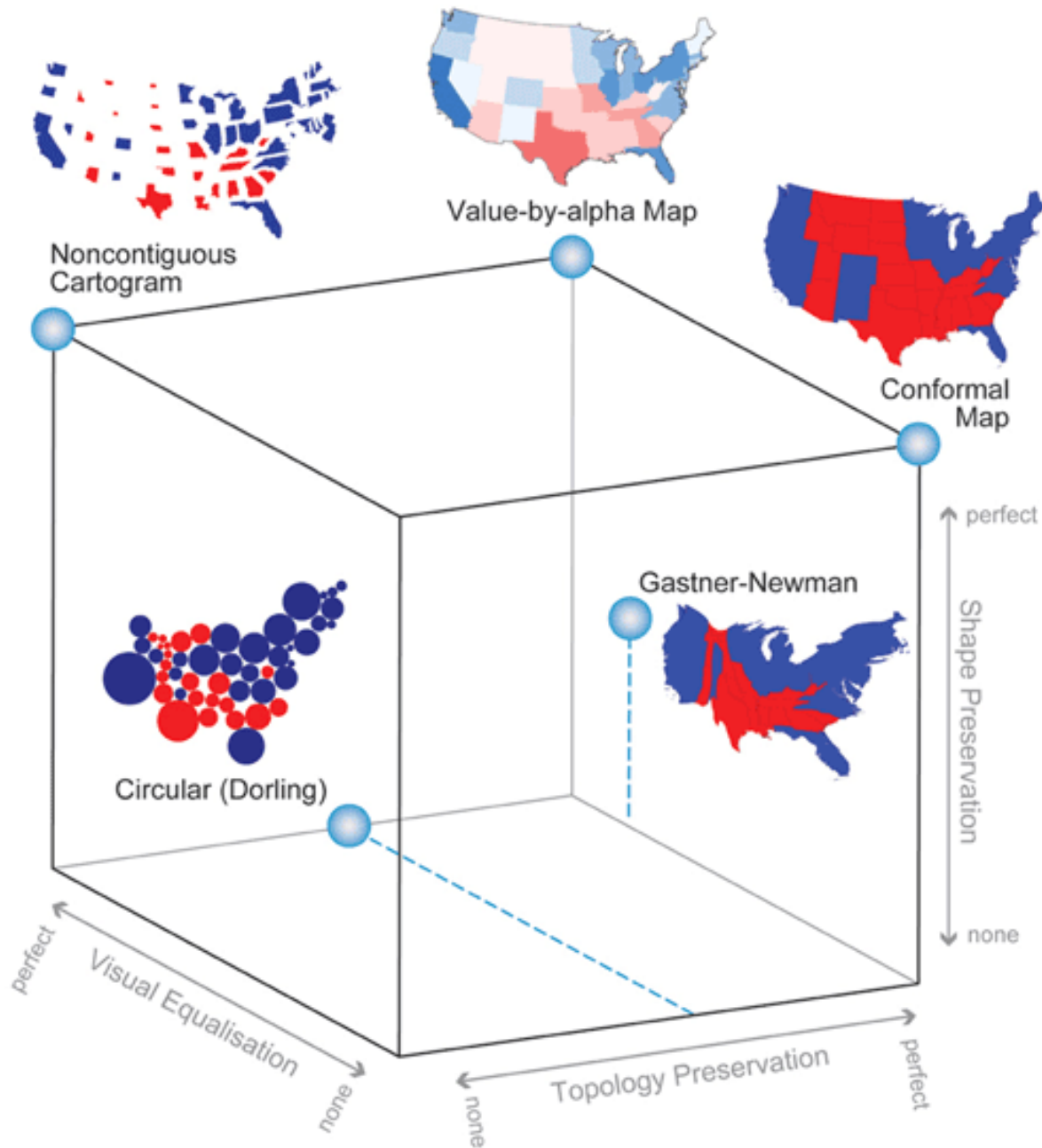
G.D.P. growth, 2011 to 2012



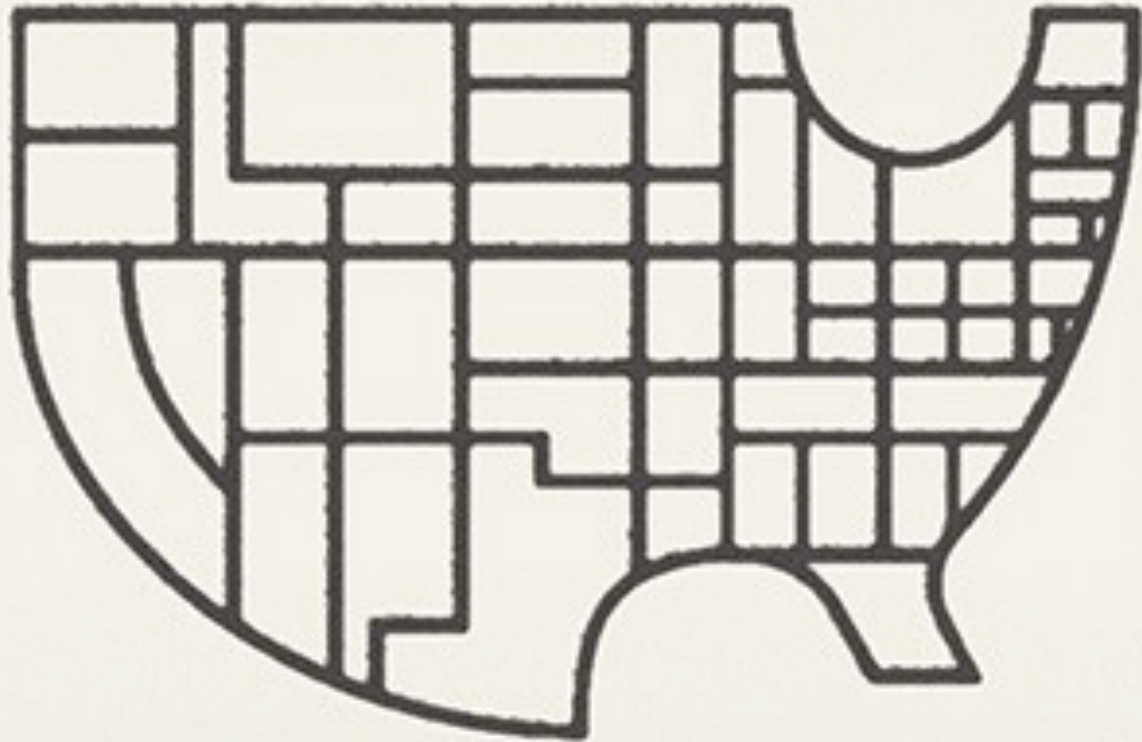
Japan and South Korea have large economic output, but growth has slowed as they have caught up with the West and innovation becomes more difficult.

Rising wages and risk in China are encouraging businesses to consider alternatives, including Cambodia, Vietnam and the Philippines.

New York shown for comparison.



**Major distortions
can stay recognizable**



Flow Maps

Minard 1869: Napoleon's march

Carte Figurative des pertes successives en hommes de l'Armée Française dans la campagne de Russie 1812-1813.

Dressée par M. Minard, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées en retraite Paris, le 20 Novembre 1869.

Les nombres d'hommes présents sont représentés par les largeurs des zones colorées à raison d'un millimètre pour dix mille hommes; ils sont de plus écrits en travers des zones. Le rouge désigne les hommes qui entrent en Russie, le noir ceux qui en sortent. Les renseignements qui ont servi à dresser la carte ont été puisés dans les ouvrages de M. M. Chiers, de Légar, de Fezensac, de Chambray et le journal inédit de Jacob, pharmacien de l'Armée depuis le 28 Octobre.

Pour mieux faire juger à l'œil la diminution de l'armée, j'ai supposé que les corps du Prince Jérôme et du Maréchal Davoust qui avaient été détachés sur Minsk et Mohilow et qui rejoignent Orscha et Witebsk, avaient toujours marché avec l'armée.

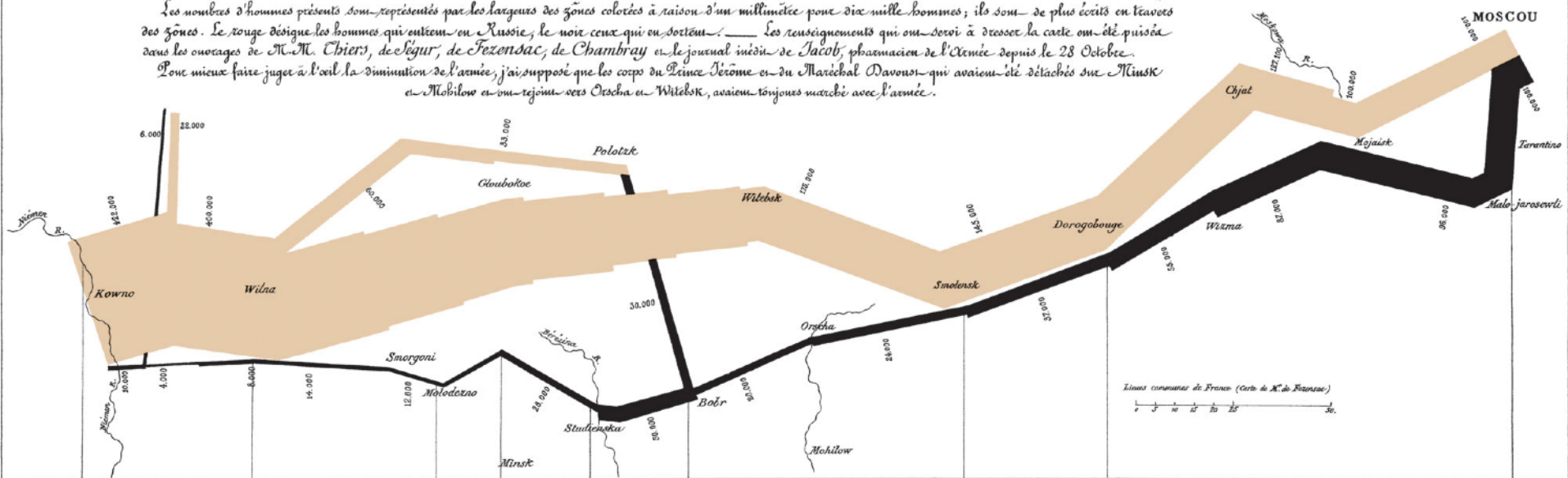
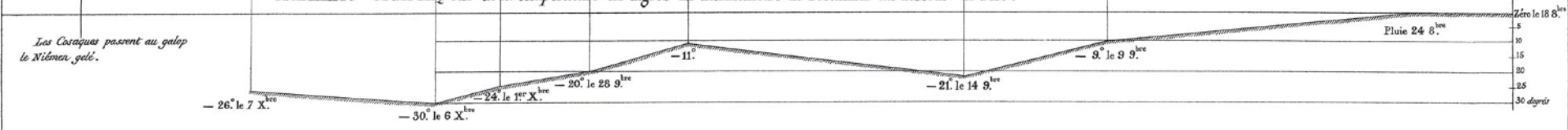


TABLEAU GRAPHIQUE de la température en degrés du thermomètre de Réaumur au dessous de zéro.



Les Cosaques passent au galop le Niémen gelé.

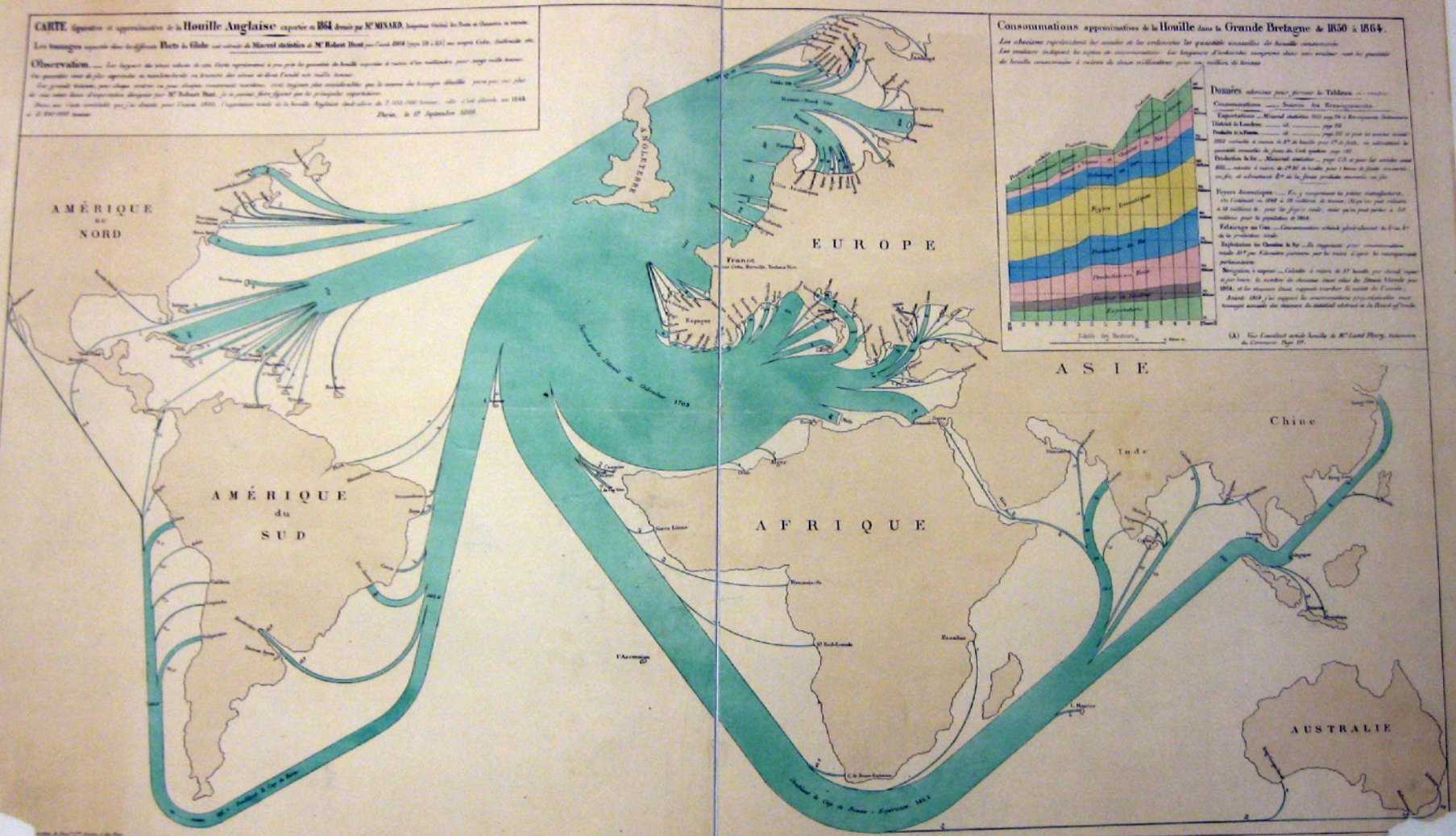
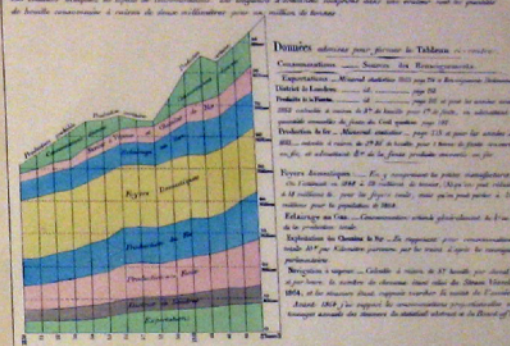
CARTE figurative et approximative de la **Houille Anglaise** exportée en 1864 dessinée par M^r MINARD, Ingénieur Civil du Nord et Directeur de Mines.

Les tracés indiquent dans quelle direction et avec quelle abondance les charbons de Grande-Bretagne ont été exportés en 1864.

Observation. — Les tracés ont été calculés d'après les données statistiques de M^r Robert Bast, par l'annuaire 1864 (page 18 à 21) en ce qui concerne l'Angleterre et le pays de Galles. Les données relatives aux autres pays ont été prises d'après les statistiques de M^r Robert Bast, par l'annuaire 1864 (page 18 à 21) en ce qui concerne l'Angleterre et le pays de Galles. Les données relatives aux autres pays ont été prises d'après les statistiques de M^r Robert Bast, par l'annuaire 1864 (page 18 à 21) en ce qui concerne l'Angleterre et le pays de Galles.

Consommations approximatives de la Houille dans la Grande-Bretagne & 1850 à 1864.

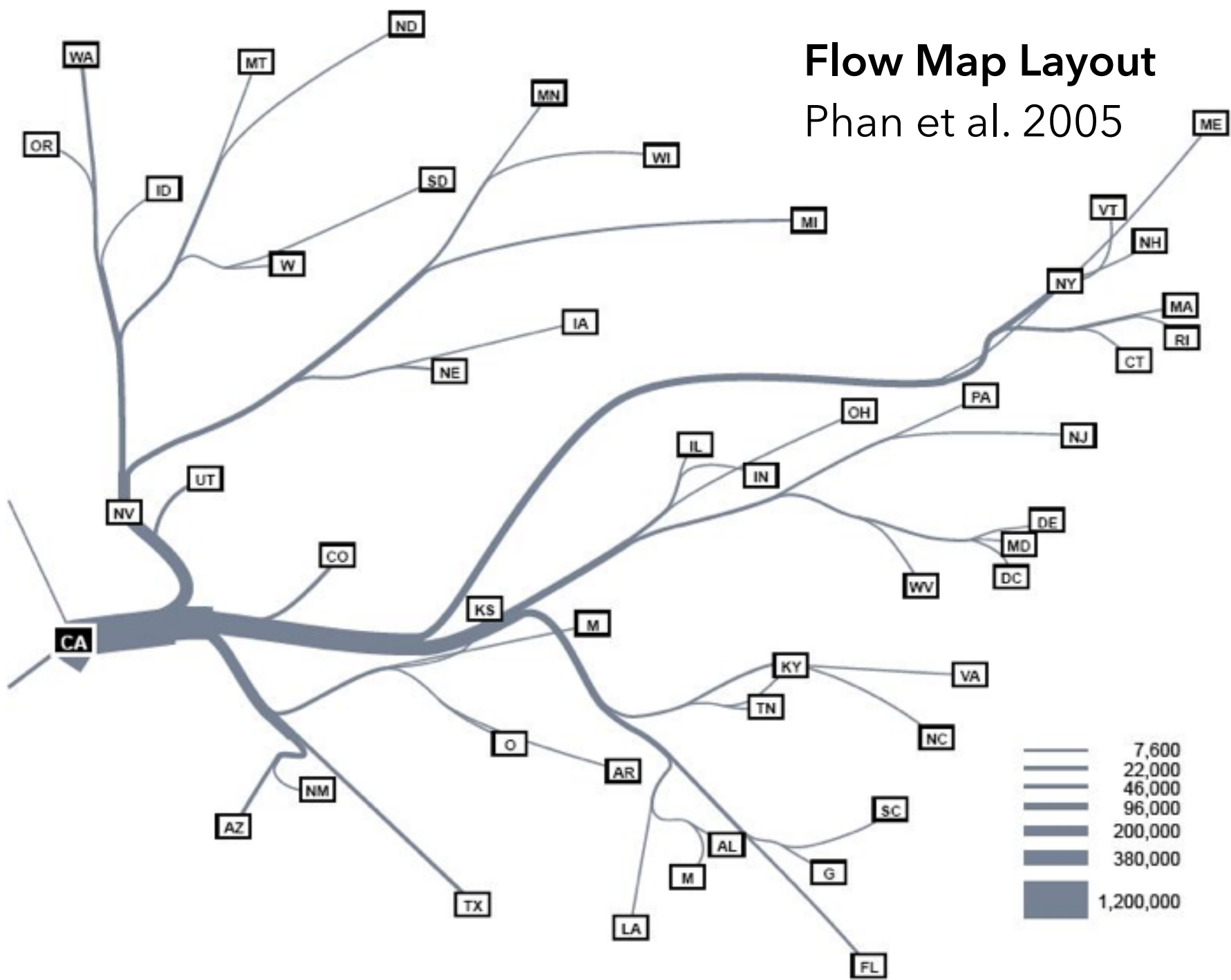
Les courbes indiquent les quantités de houille consommées dans la Grande-Bretagne pendant les années 1850 à 1864.



1864 British Coal Exports, Charles Minard

Flow Map Layout

Phan et al. 2005

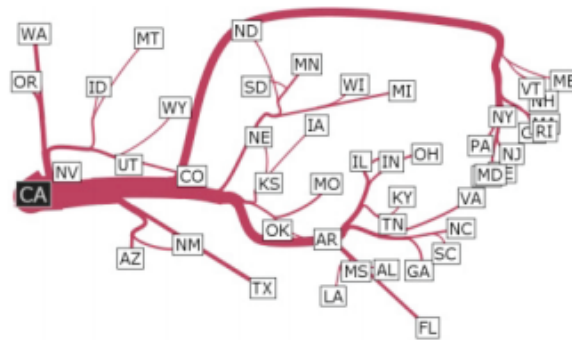


Migration from California, 95-00

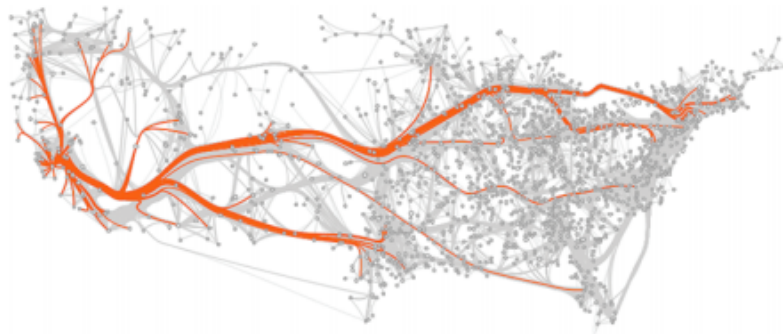
Tobler 1987



Phan et al. 2005



Verbeek et al. 2011



Cui et al. 2008



Holten & van Wijk 2009

wind map

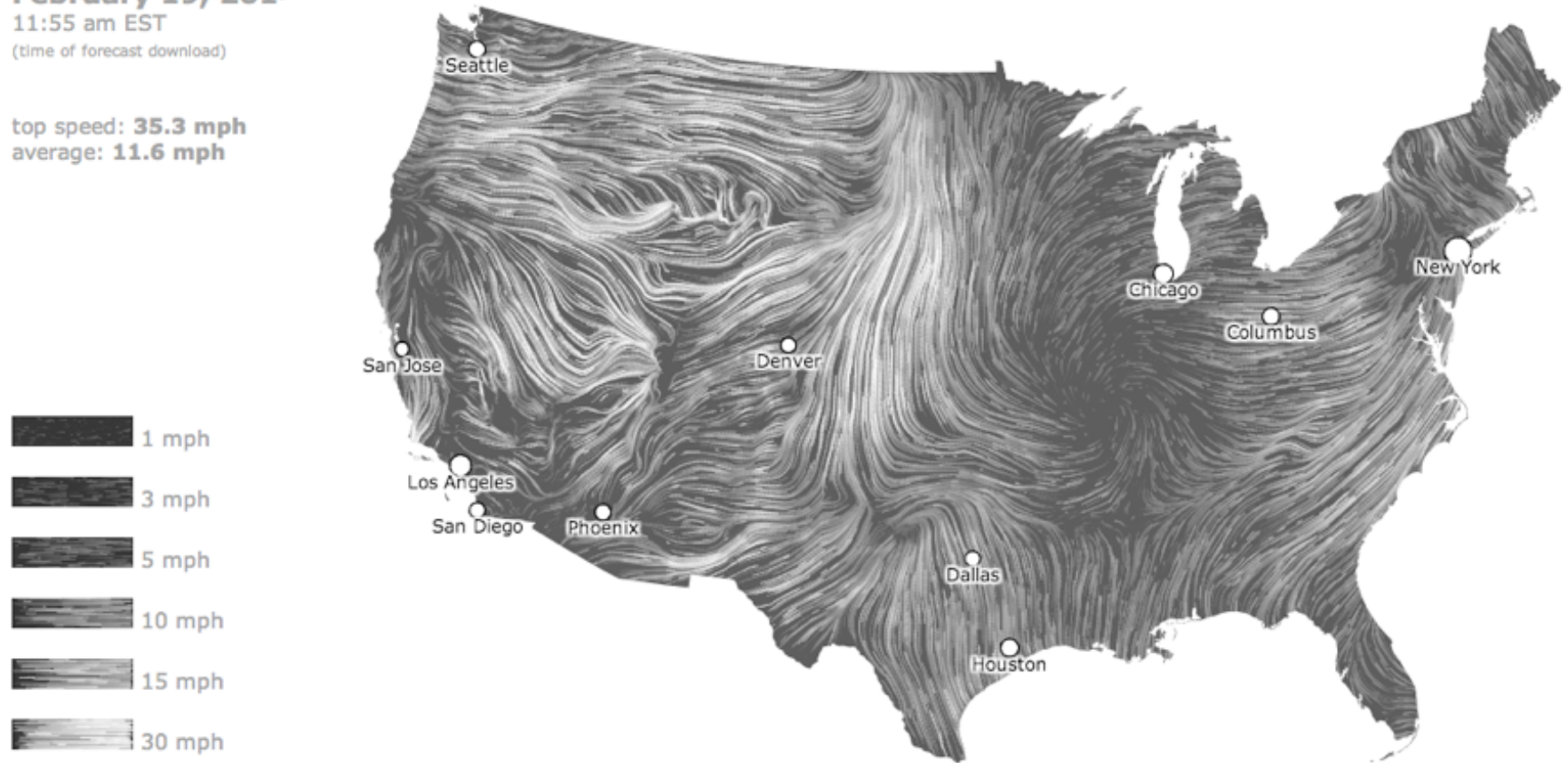
February 19, 2014

11:55 am EST

(time of forecast download)

top speed: **35.3 mph**

average: **11.6 mph**



How Obama Won Re-election

Whites Were Outvoted

Women

Hispanics

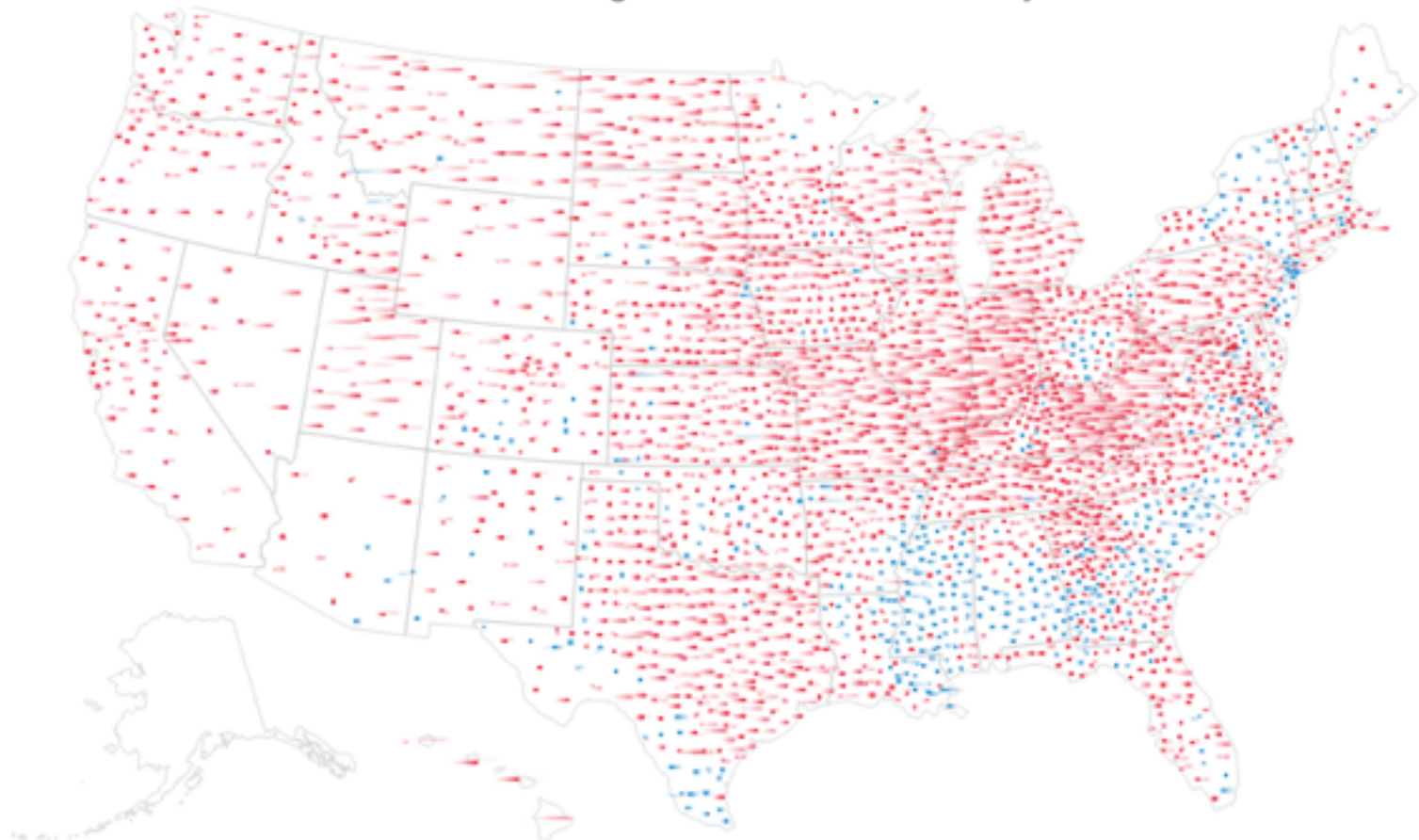
Youth

Romney's Shift Wasn't Enough

2008

2012

Most of the nation shifted to the right in Tuesday's vote, but not far enough to secure a win for Mitt Romney.



Generalization

CARTE approximative et approximative de la **houille Anglaise** exportée en 1864 dessinée par **M. MINARD**. Imprimée chez les Bureaux de Commerce et de Navigation.

Les passages indiqués dans les différents Ports et Golfs ont été calculés de M. Robert Duret, par l'Année 1864 (pages 18 & 19) sur un rapport Gênes, daté du 10 Mars 1864.

Observation. Les lignes de même couleur de cette Carte représentent à peu près la quantité de houille exportée de ce port, et les quantités pour chaque nation.

Une grande partie de la houille exportée en France est consommée dans les ports de destination, et les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

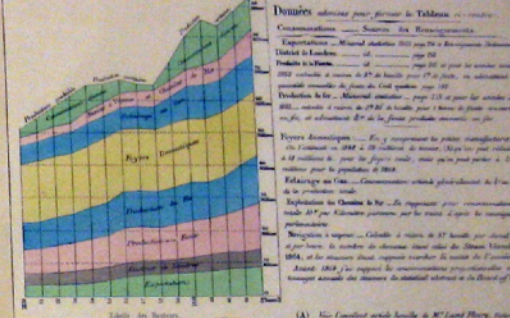
Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Les ports de destination pour chaque nation ne sont pas indiqués sur la carte, mais les quantités qui restent sont envoyées par les chemins de fer.

Consommations approximatives de la Houille dans la Grande Bretagne & 1850 à 1864.

Les chiffres indiqués dans les cercles et les courbes les quantités approximatives de houille consommées.

Les courbes indiquent les années de consommation. Les courbes d'ordonnée comptent dans une année, non la quantité de houille consommée à l'intérieur de cette année, mais la quantité de houille consommée à l'intérieur de cette année.



AMÉRIQUE
du
NORD

AMÉRIQUE
du
SUD

EUROPE

AFRIQUE

ASIE

Chine

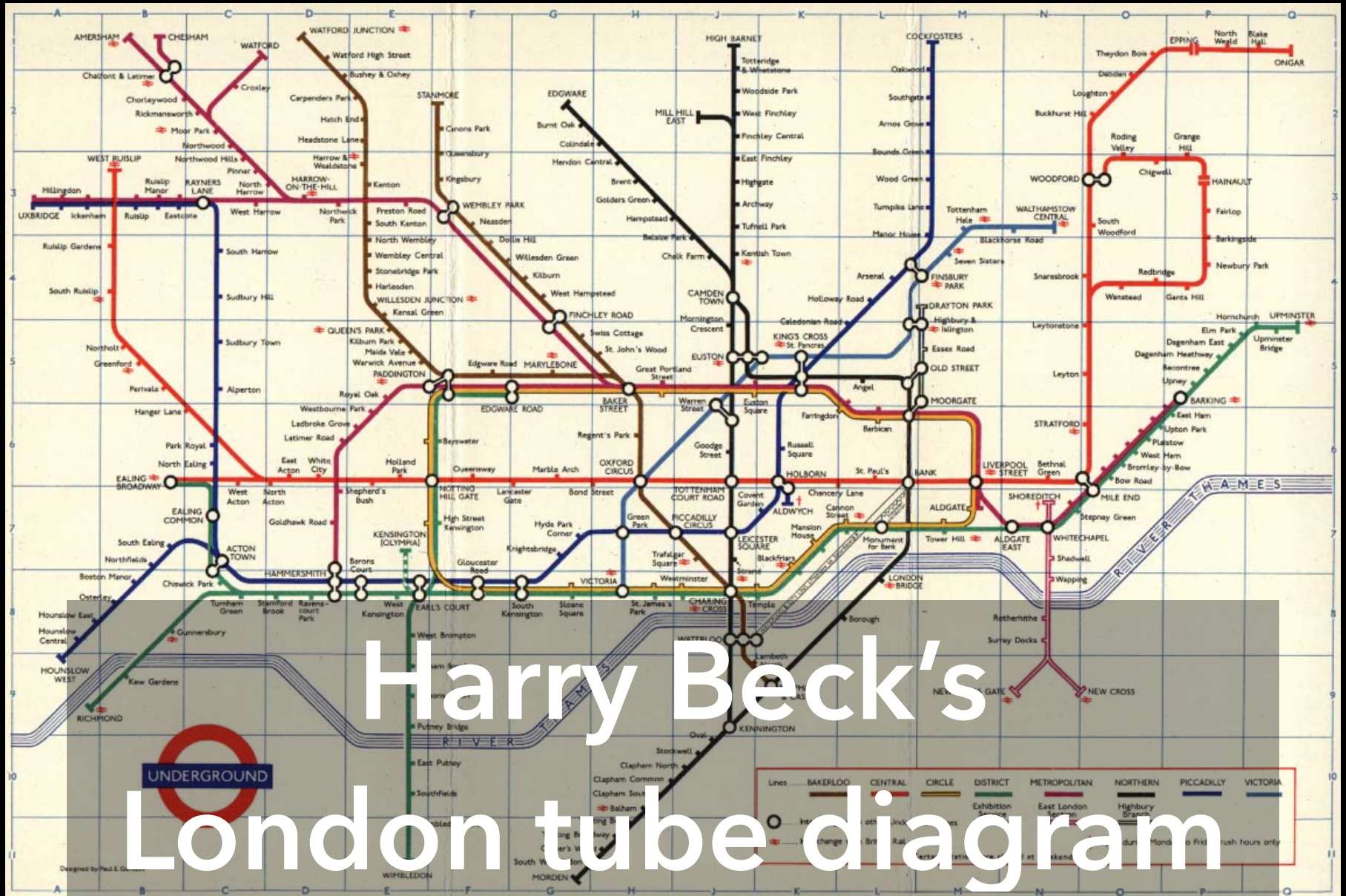
Inde

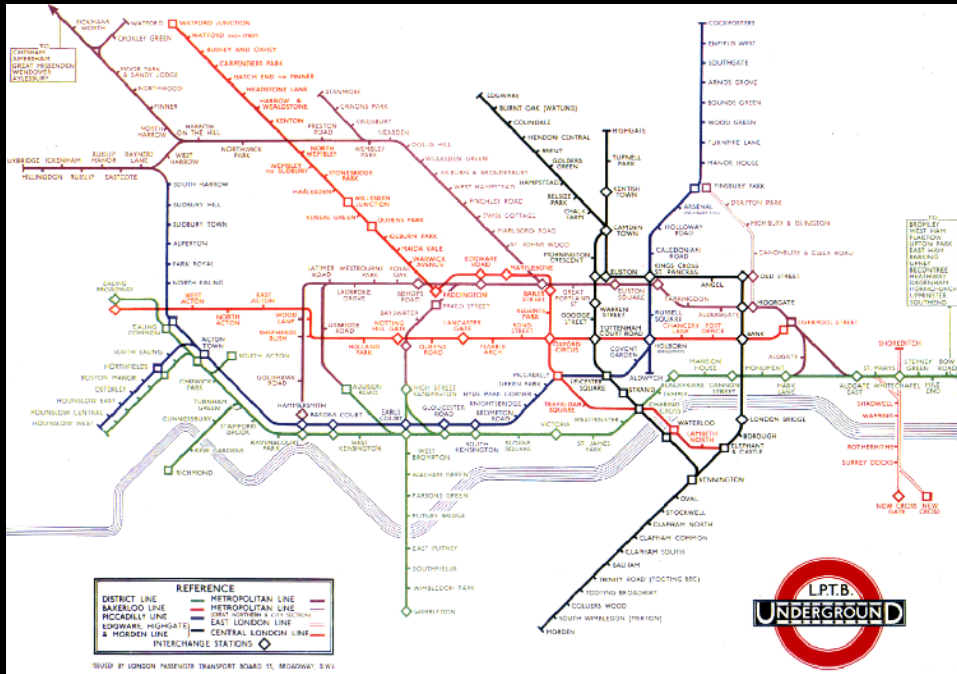
AUSTRALIE

2094-626258

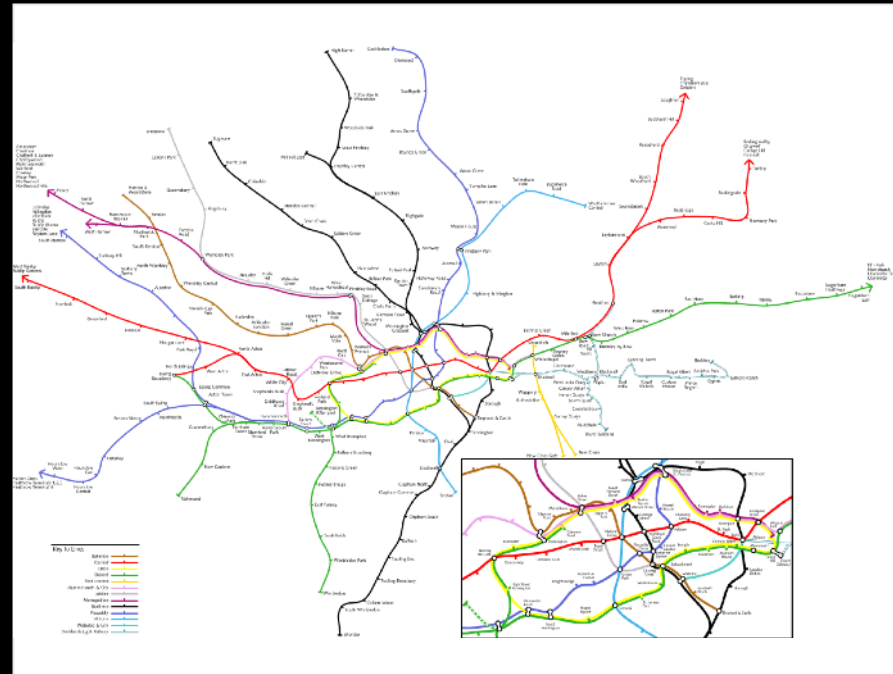
C.2201-14-1864-M3

1864 British Coal Exports, Charles Minard





London Underground [Beck 33]



Geographic version of map

Principle: Straighten lines to emphasize stop sequence
Technique used to emphasize/de-emphasize information



People *love*
the tube map

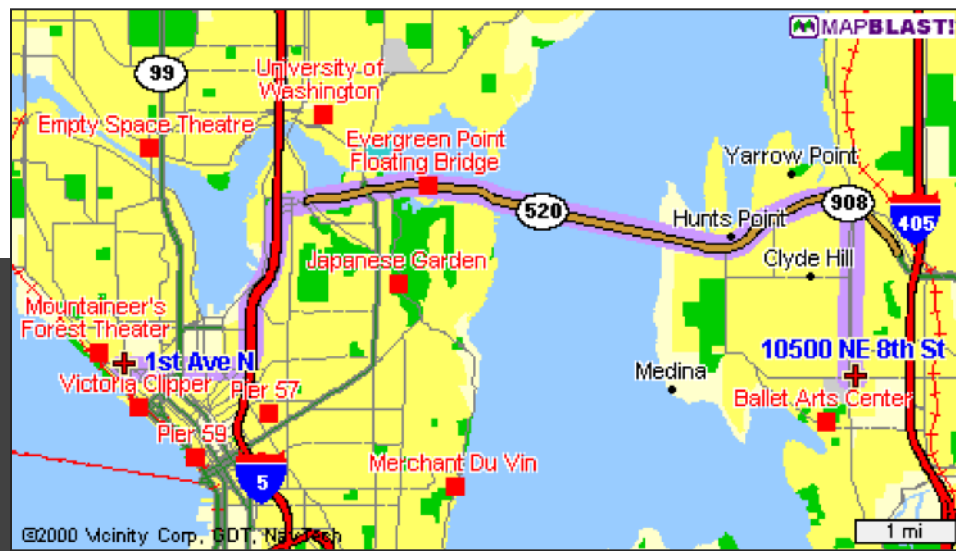
Time to Travel from Arnos Grove



Tube map + isochrones

0 5 10
minutes

Route Maps: Bellevue to Seattle



Map Design via Optimization [Agrawala '01]

Set of graphic elements

Roads, labels, cross-streets, ...

Choose visual attributes

Position, orientation, size, ...

Distortions increase flexibility

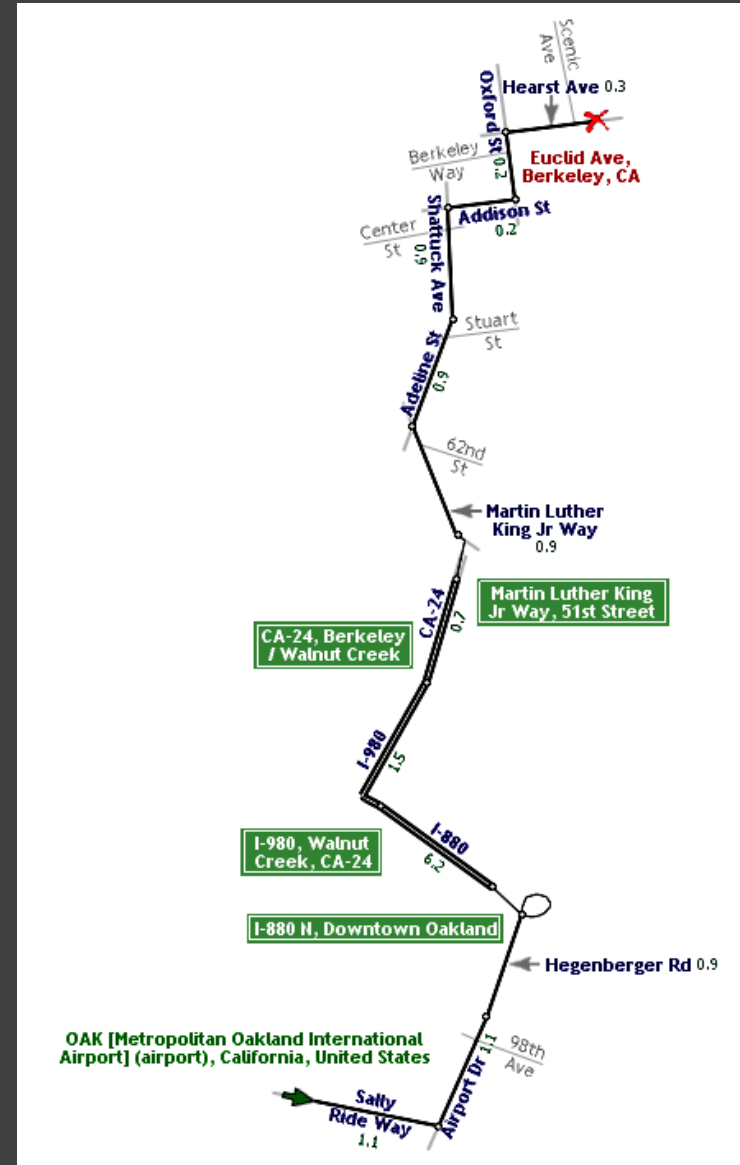
Develop constraints based on design principles

Simulated annealing

Perturb: Form a layout

Score: Evaluate quality

Minimize score



Road Layout Constraints [Agrawala '01]

Length

Ensure all roads visible

$$((L_{\min} - l(r_i)) / L_{\min})^2 * W_{\text{small}}$$

Maintain ordering by length

$$W_{\text{shuffle}}$$

Orientation

Maintain original orientation

$$|a_{\text{curr}}(r_i) - a_{\text{orig}}(r_i)| * W_{\text{orient}}$$

Topological errors

Prevent false

$$\min(d_{\text{origin}}, d_{\text{dest}}) * W_{\text{false}}$$

Prevent missing

$$d * W_{\text{missing}}$$

Ensure separation

$$\min(d_{\text{ext}}, E) * \text{Ext}$$

Overall route shape

Maintain endpoint direction

$$|a_{\text{curr}}(v) - a_{\text{orig}}(v)| * W_{\text{enddir}}$$

Maintain endpoint distance

$$|d_{\text{curr}}(v) - d_{\text{orig}}(v)| * W_{\text{enddist}}$$

Tools

Software Tools

Web Tools

d3.geo: projections, paths and more

GeoJSON: JSON format for geo data

TopoJSON: topology -> compressed GeoJSON

Leaflet: open-source, customizable map tile system

Other

PostGIS: Postgres DB extensions for geo data

Mapnik: Render your own map tiles!

Data Resources

Natural Earth Data

naturalearthdata.com

OpenStreetMap

openstreetmap.org

U.S. Government

nationalatlas.gov, census.gov, usgs.gov

Tutorials

Let's Make a Map!

<http://bost.ocks.org/mike/map/>

How to Infer Topology

<http://bost.ocks.org/mike/topology/>