Introduction à la visualisation de données

3 Novembre 2016

Plan

- Présentation du cours
- Critique
- Pourquoi visualiser ?
- Qu’est ce que la visualisation
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique

Nicolas Bonneel
nicolas.bonneel
@univ-lyon1.fr

Aurélien Tabard
aurelien.tabard
@univ-lyon1.fr

Romain Vuillemot
romain.vuillemot
@ec-lyon.fr

Modèle pour les cours à venir

1e session (4h)

Cours (2h)

- Critique
- Redesign par groupes de 2 ou 3
- Explications théoriques

TP / Code (2h)

2e session (3h)

- Présentations TP + critique
- Présentations d'articles
  QCM 5 questions PASS/FAIL
  pour ceux qui ne présentent pas
- Étude d'exemples concrets et discussions
- Suivi des projets

Déroulé

03/11	Introduction à la visualisation de données	(4h)
	Critique + Cours + TP	
10/11	Visualisation de données temporelles	(4h)
	Critique + Cours + TP	
17/11	Visualisation de données temporelles	(3h)
	Review TP + Présentation article + Étude de cas + Projet	
24/11	Visualisation de données spatiales	(4h)
	Critique + Cours + TP	
01/12	Visualisation de données spatiales	(3h)
	Review TP + Présentation article + Étude de cas + Projet	
08/12	Visualisation de graphes	(4h)
	Critique + Cours + TP	
15/12	Visualisation de graphes	(3h)
	Review TP + Présentation article + Étude de cas + Projet	
05/01	TP projet banalisé	(2h)
12/01	Soutenance projet	(3h)

Projet

Travail : en groupe (binôme)
Rendu : une visualisation Web interactive avec D3.js

10 novembre : présentation des sujets
10 →17 novembre : choix des sujets (ou proposition) et début du travail en groupes (état de l'art)
17→12 janvier : design, code et office hour pour questions
5 janvier : dernier TP banalisé
12 janvier : soutenance

Évaluation

Contrôle continu intégral

- TPs (rendu + review)
- Présentation d'article
- Projet

Plan

- Présentation du cours
- **Critique**
- Pourquoi visualiser ?
- Qu’est ce que la visualisation
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique

Critique

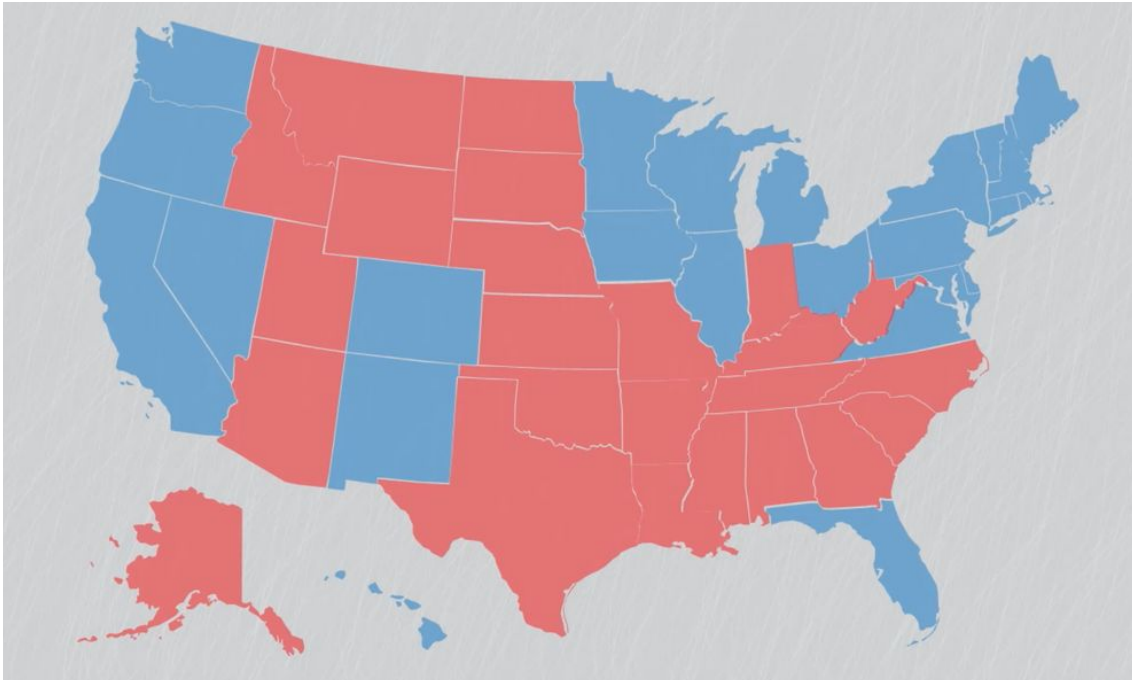
Exercice

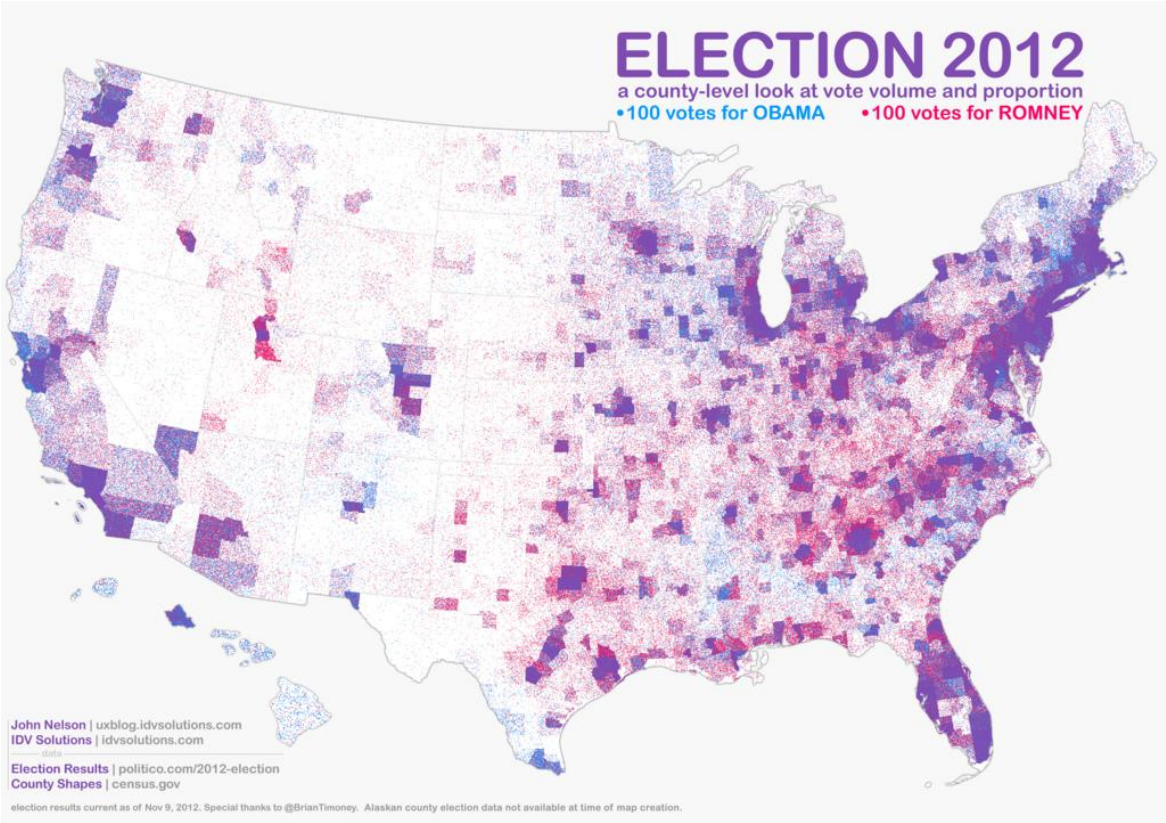
Analyse critique d’une visualisation

binome
10 minutes
5 questions

Critique

- À qui s’adresse la visualisation ?
  -> 1 proposition
- À quelle question la visualisation permet elle de répondre ?
  -> 1 proposition
- Pourquoi (n’)aimez vous (pas) cette visualisation ?
  -> 2 raisons
- Quelles améliorations apporter ?
  -> 3 propositions





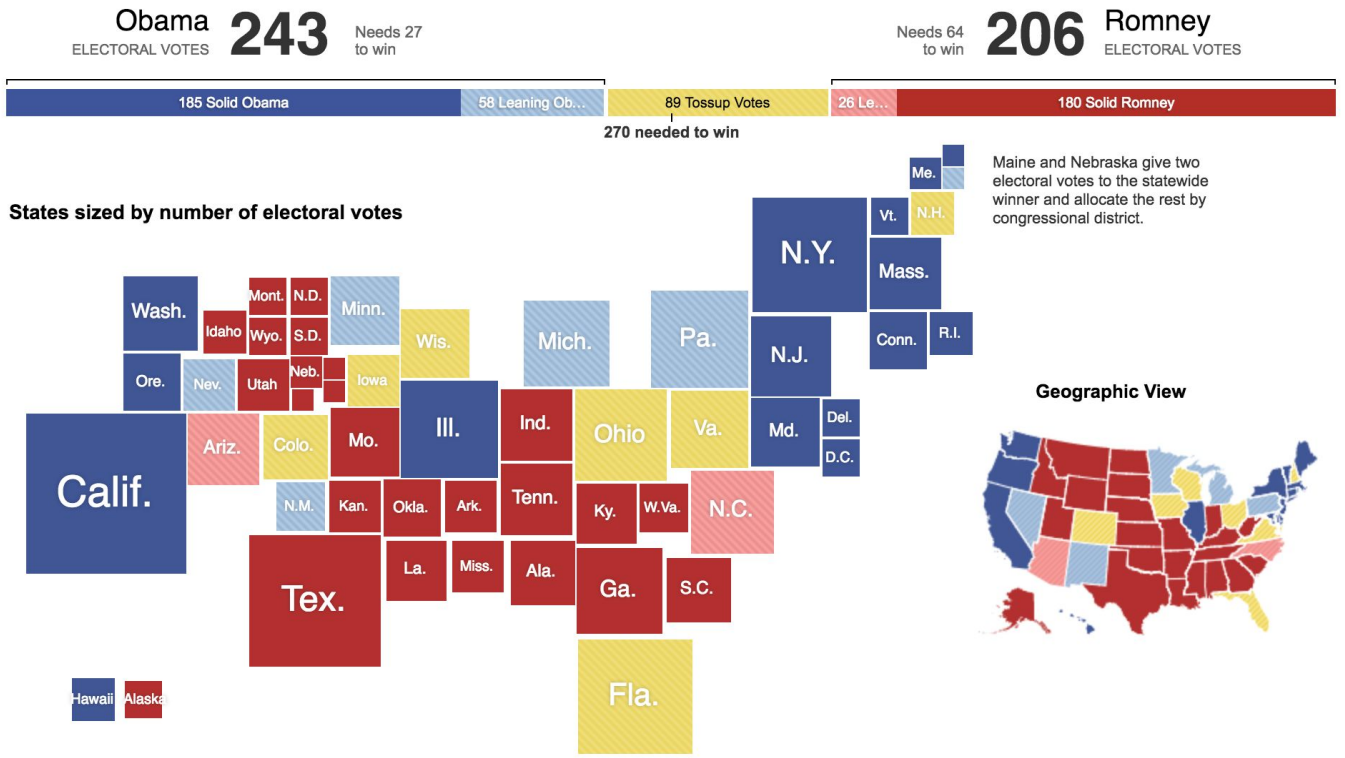
https://www.flickr.com/photos/idvsolutions/8182119174/sizes/k/in/photostream/

The Electoral Map: Building a Path to Victory

FACEBOOK TWITTER

◄ Prev Next ► Map 1 2 3 4 5 6 7 8 Make Your Own Scenarios

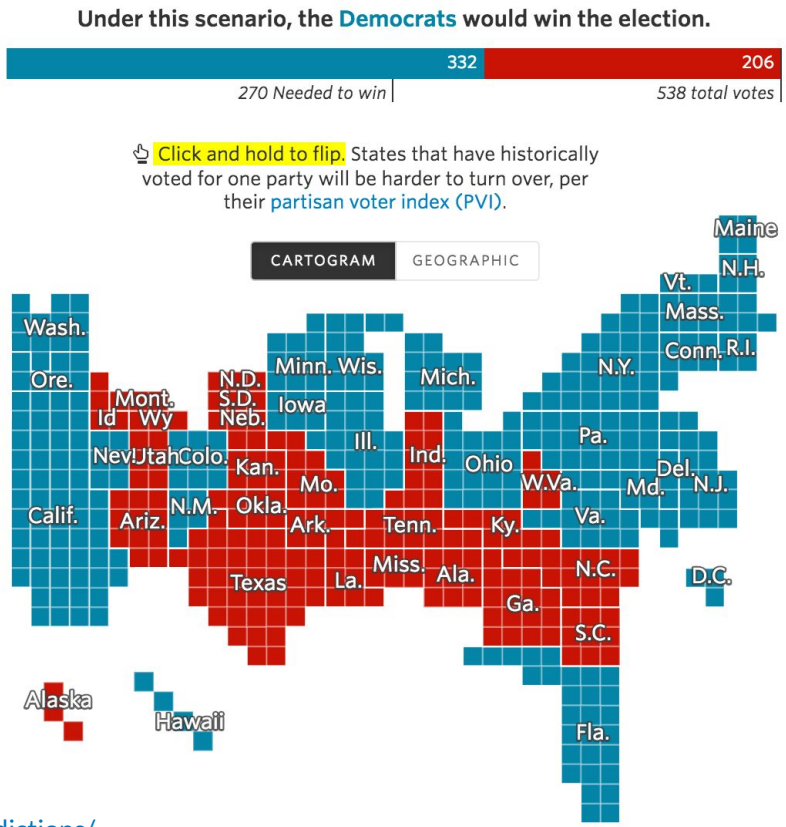
A New York Times assessment of how states may vote, based on polling, previous election results and the political geography in each state.



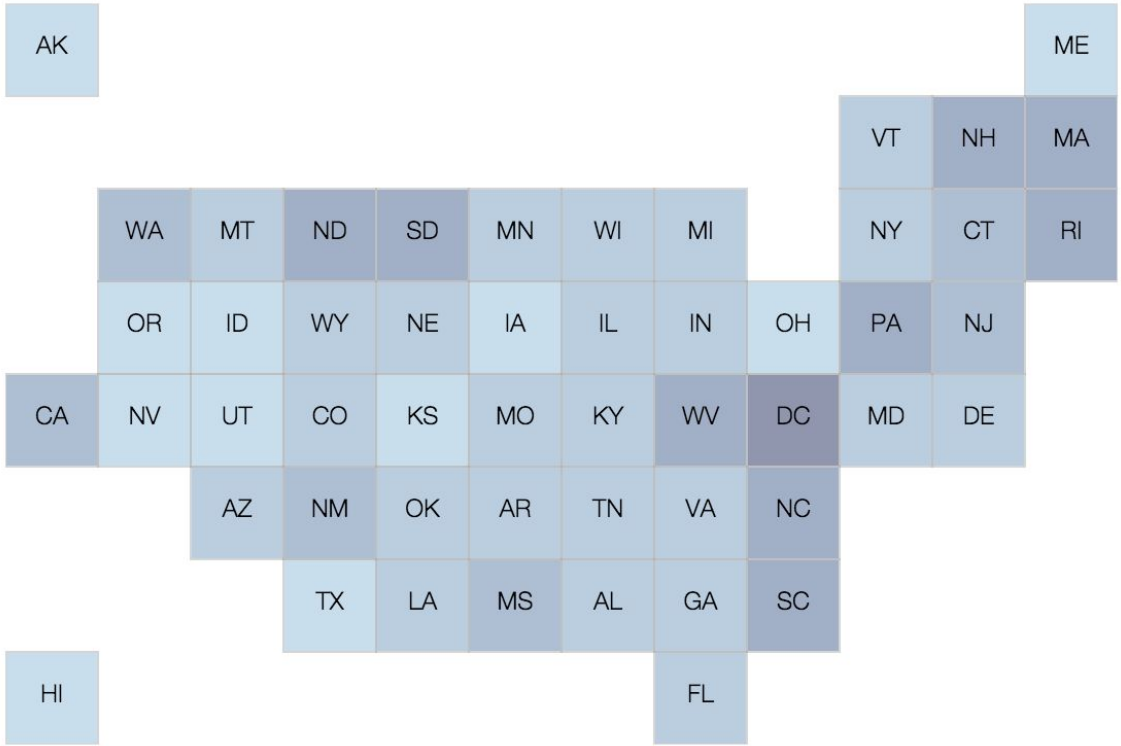
http://elections.nytimes.com/2012/ratings/electoral-map

PREDICT THE OUTCOME

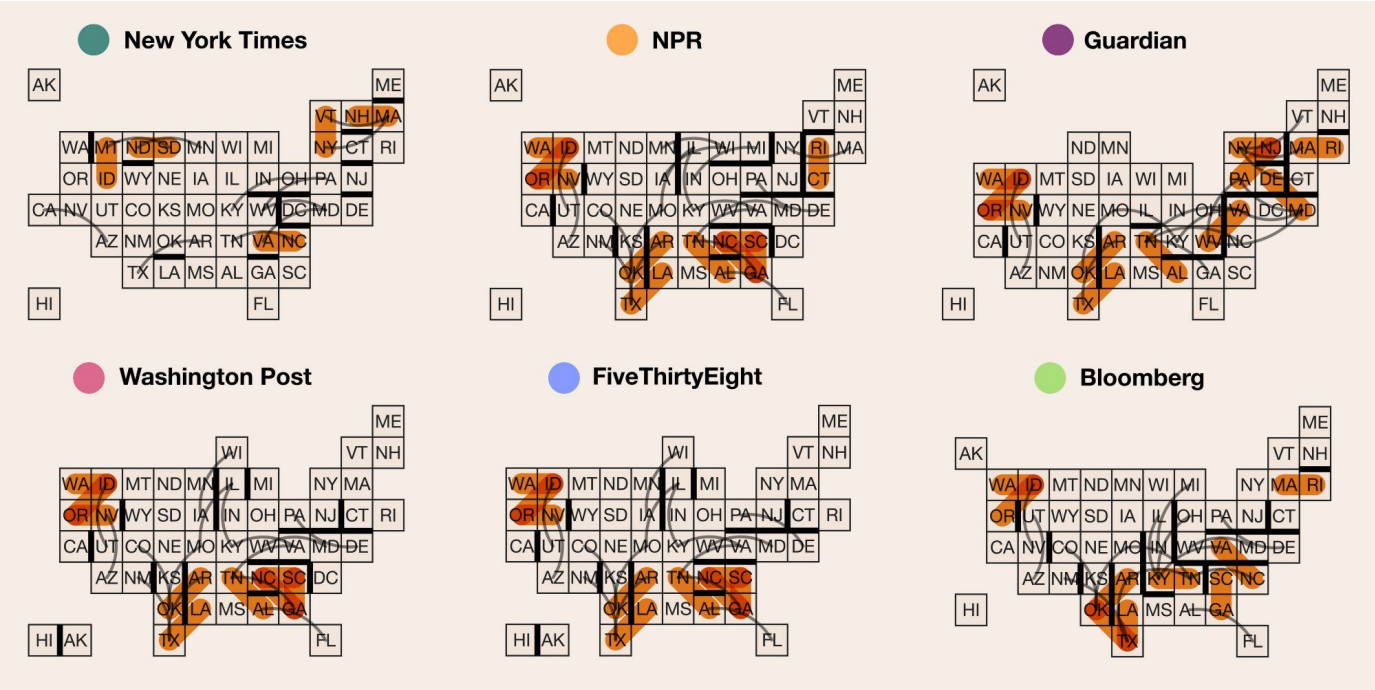
A presidential election is a set of 51 contests, in each state plus the District of Columbia, to determine which candidate can build a majority in the Electoral College. Use this map to draw your own path to victory. Click on a state to forecast which political party will carry its electoral votes—it takes 270 votes to win. We've shown how each state voted in the 2012 election. We've also made it easy to flip battleground states and harder to change states that reliably support the same party—click and hold in order to flip those states. You can opt for a traditional map or a cartogram, which shows each state's true weight in the electoral vote. Below are different ways to look at this year's electoral landscape, which may guide your own projections.



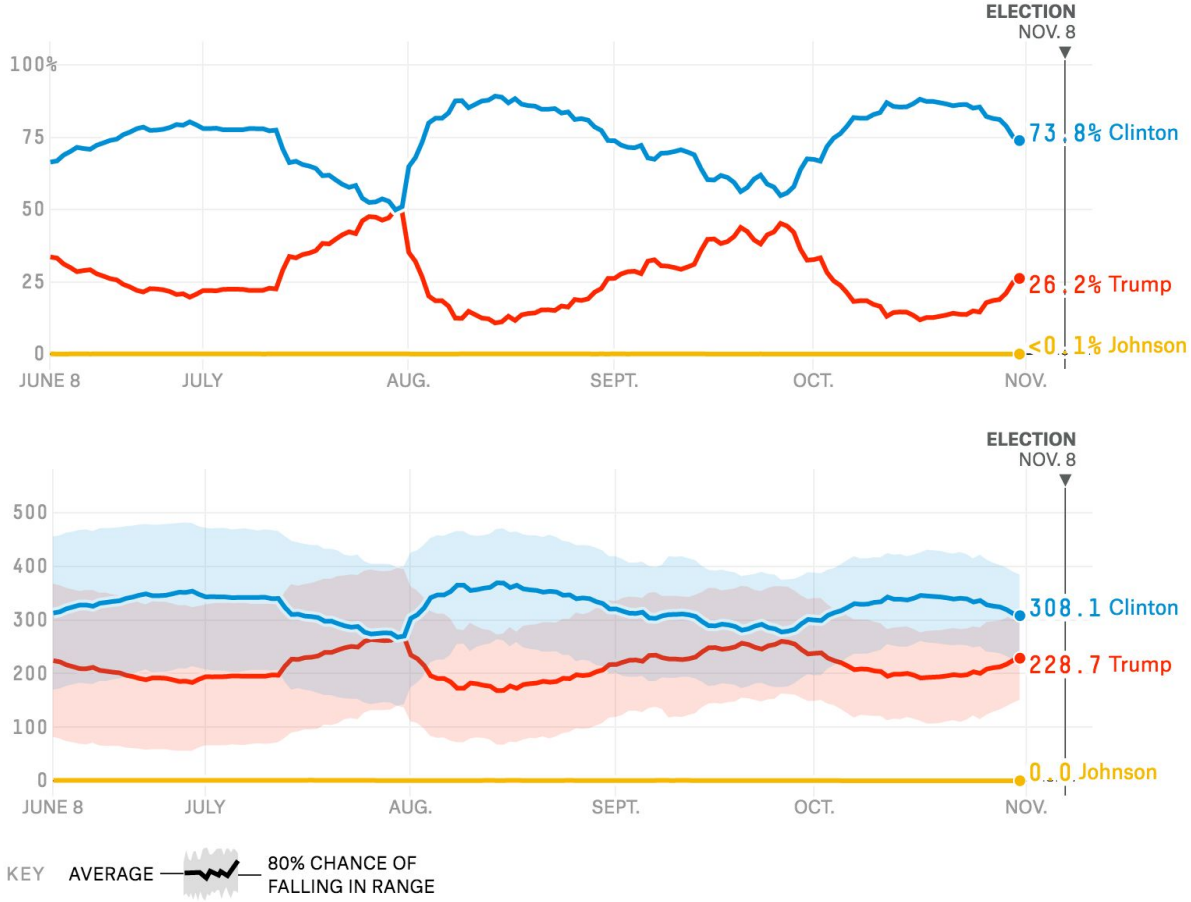
http://graphics.wsj.com/elections/2016/2016-electoral-college-map-predictions/



https://github.com/kristw/gridmap-layout-usa



Different US map layouts from six publishers.
Black border = invalid neighbors, Thick orange line = misdirection, Curve line = missing neighbors.
https://medium.com/@kristw/whose-grid-map-is-better-quality-metrics-for-grid-map-layouts-e3d6075d9e80



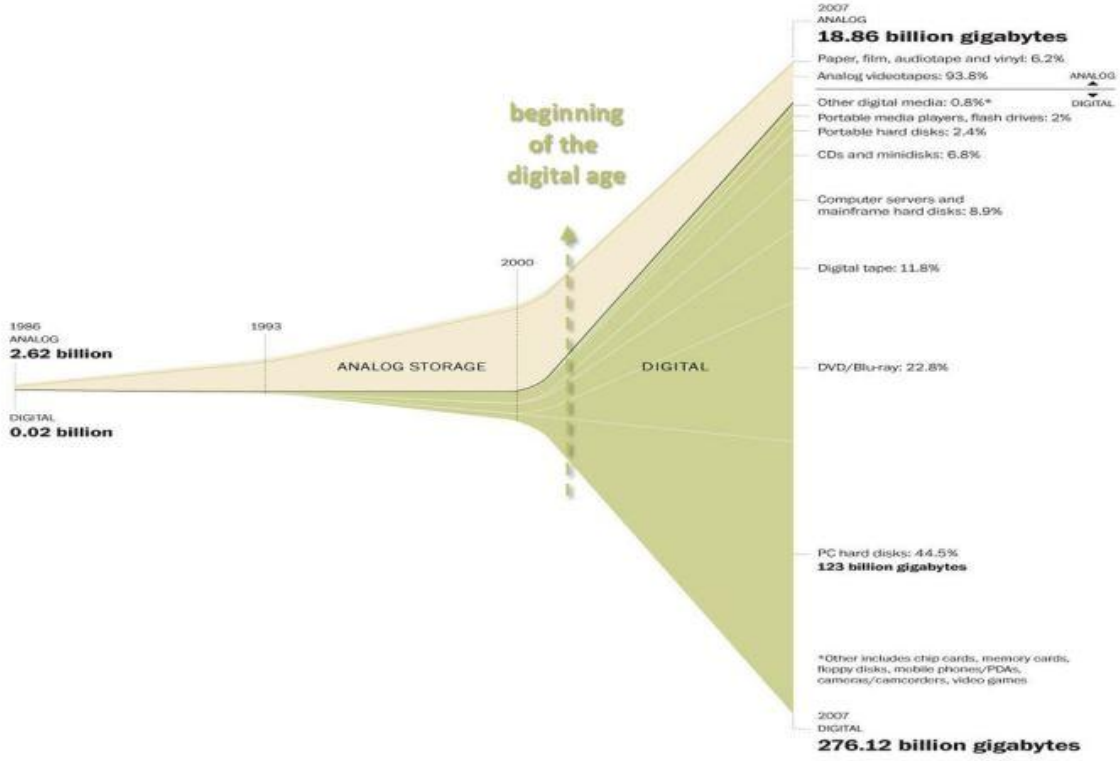
http://projects.fivethirtyeight.com/2016-election-forecast/

Plan

- Présentation du cours
- Critique
- **Pourquoi visualiser ?**
- Qu’est ce que la visualisation
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique

Explosion des données

Neuman, Park et Panek, 2012. Tracking the Flow of Information into the Home: An Empirical Assessment of the Digital Revolution in the U.S. from 1960–2005.
http://ijoc.org/index.php/ijoc/article/view/1369/745



http://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data

Explosion de la quantité de données

- Comment faire sens des données ?
- Comment utiliser ces données dans les processus de décision ?
- Comment ne pas être surchargé ?

Défi: transformer les données en connaissance (découverte, compréhension) pour qu'elles deviennent utiles

"What information consumes is rather obvious: it consumes the attention of its recipients. Hence a wealth of information creates a poverty of attention, and a need to allocate that attention efficiently among the overabundance of information sources that might consume it."

Herb Simon
as quoted by Hal Varian
Scientific American
September 1995

Traiter les données :
où l'ordinateur est plus efficace ?

Question bien définie, sur des données connues

- Quel est le taux de chômage ?
- Quel gène mute fréquemment
  sur tel ensemble de patients ?

Décisions doivent être faites en un minimum de temps

- High-frequency trading
- Détection de défaut sur une chaîne d'assemblage

Traiter les données : où l'humain est il plus performant ?

Quand les questions ne sont pas bien définies (exploration)

- Quelle combinaison de gènes peut être associée à un cancer ?

Quand les résultats peuvent donner lieu à plusieurs interprétations

- Quelle est la relation entre l'emploi et la politique industrielle d'un pays?

Pourquoi ne pas s'appuyer sur l'analyse de données ?

Le Quartet d'Anscombe

https://en.wikipedia.org/wiki/Anscombe%27s_quartet

I		II		III		IV	
x	*y*	*x*	*y*	*x*	*y*	*x*	*y*
10	8.04	10	9.14	10	7.46	8	6.58
8	6.95	8	8.14	8	6.77	8	5.76
13	7.58	13	8.74	13	12.74	8	7.71
9	8.81	9	8.77	9	7.11	8	8.84
11	8.33	11	9.26	11	7.81	8	8.47
14	9.96	14	8.10	14	8.84	8	7.04
6	7.24	6	6.13	6	6.08	8	5.25
4	4.26	4	3.10	4	5.39	19	12.5
12	10.84	12	9.13	12	8.15	8	5.56
7	4.82	7	7.26	7	6.42	8	7.91
5	5.68	5	4.74	5	5.73	8	6.89

Statistiques

Moyenne

x: 9 y: 7.50

Variance

x: 11 y: 4.122

Corrélation

x – y: 0.816

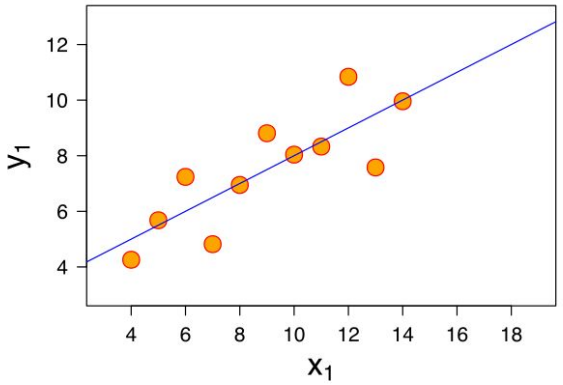
Régression linéaire:

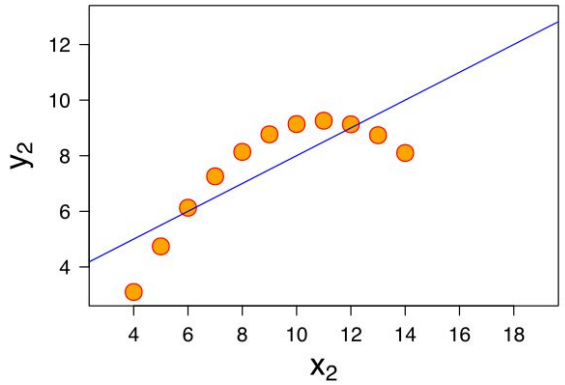
y = 3.00 + 0.500x

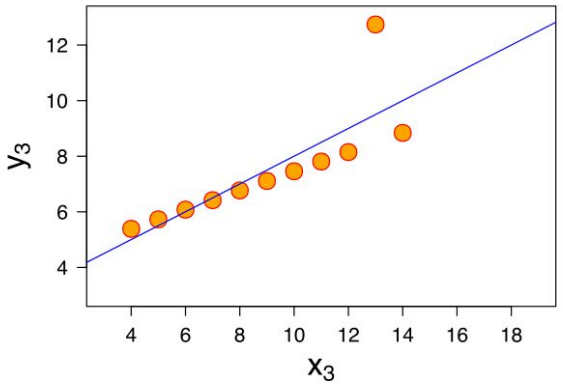
Pourquoi ne pas s'appuyer sur l'analyse de données ?

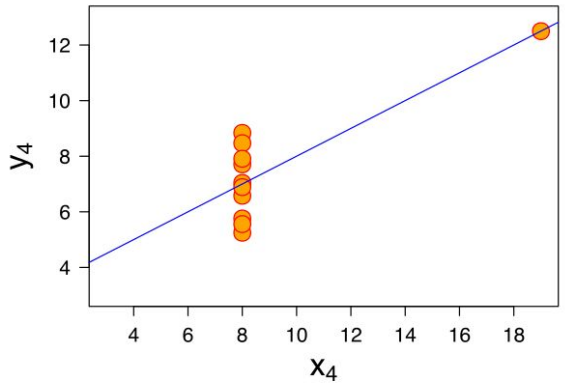
Le Quartet d'Anscombe

https://en.wikipedia.org/wiki/Anscombe%27s_quartet









Pourquoi visualiser ?

Exercice

Brainstorming sur l'utilité
de la visualisation de données.

binome
3 minutes
5 raisons

Les trois raisons de la visualisation

Enregistrer de l’information

- Plan, photo

Faciliter le raisonnement sur de l’information (analyser)

- Analyser et calculer
- Raisonner sur les données
- Feedback et interaction

Transmettre de l’information (présenter)

- Partager et persuader
- Collaborer et itérer
- Mettre en avant un aspect des données

Enregistrer de l'information

© Mike Kelley – Photoviz http://shop.gestalten.com/photoviz.html

Faciliter le raisonnement

Épidémie de Choléra à Londres (1854)

Analyse de données visuelle pour comprendre le problème

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89pid%C3%A9mie_de_chol%C3%A9ra_de_Broad_Street_(1854)

John Snow, 1854

Transmettre de l'information

http://www.oecdbetterlifeindex.org/

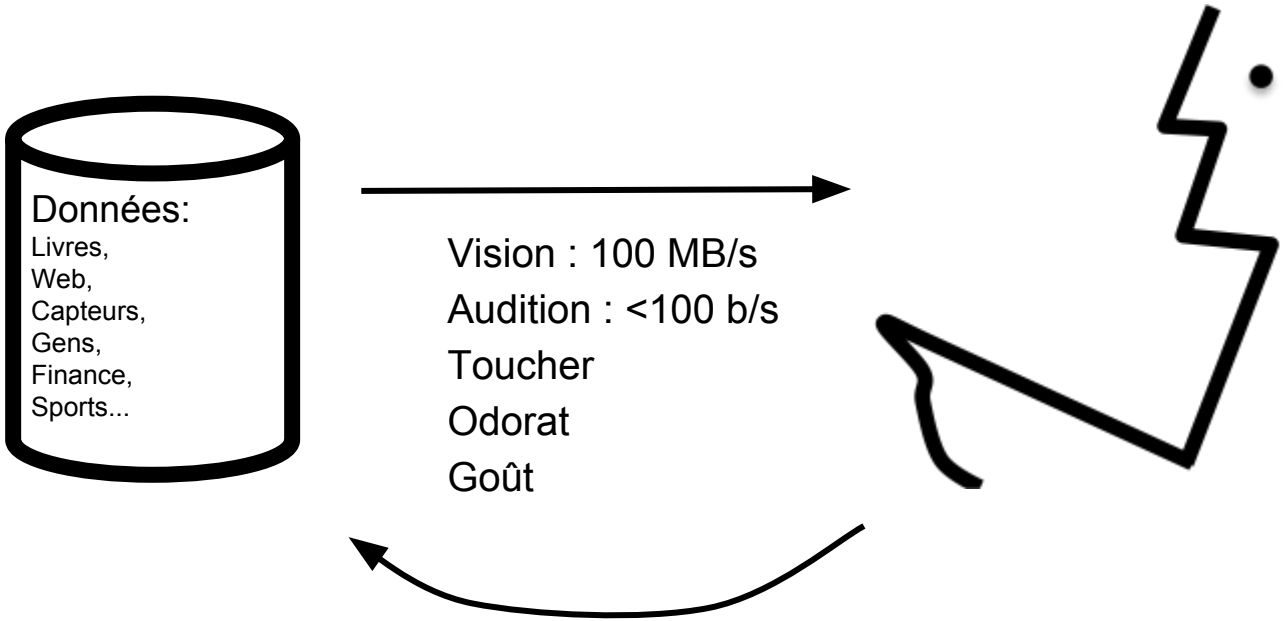
Pourquoi la visualisation est difficile ?

Exercice

Visualiser les quantités suivantes :

75 et 37

Le défi


Données:
Livres,
Web,
Capteurs,
Gens,
Finance,
Sports...
Vision : 100 MB/s
Audition : <100 b/s
Toucher
Odorat
Goût

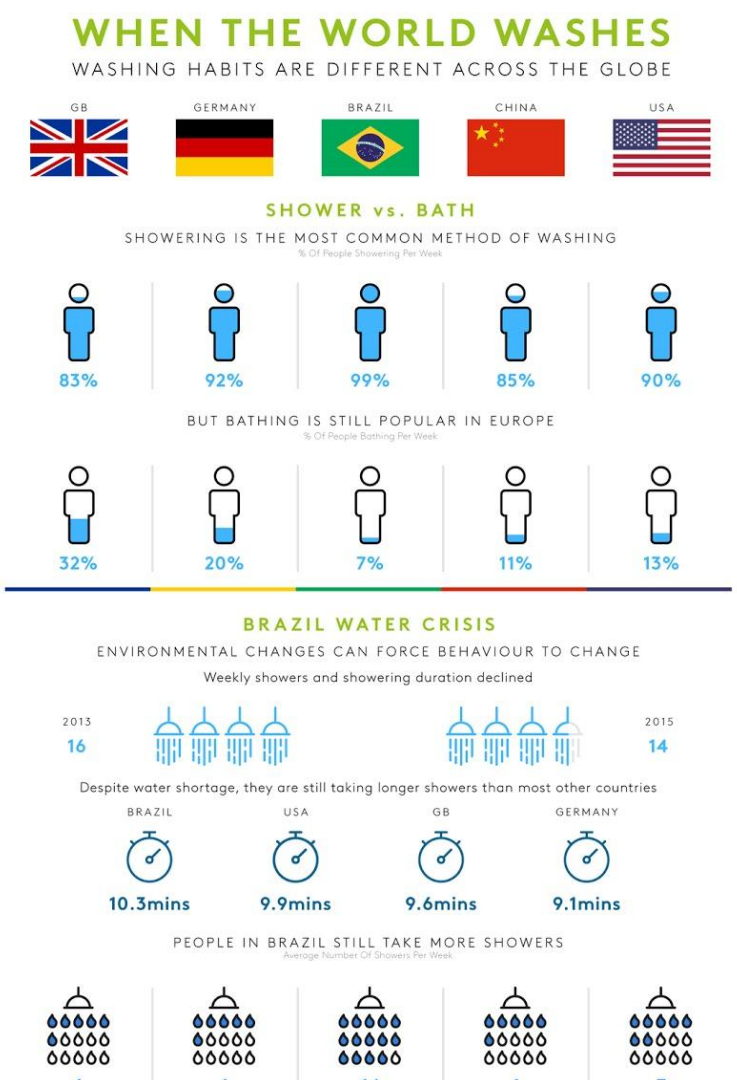
Plan

- Présentation du cours
- Critique
- Pourquoi visualiser ?
- **Qu’est ce que la visualisation**
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique

—

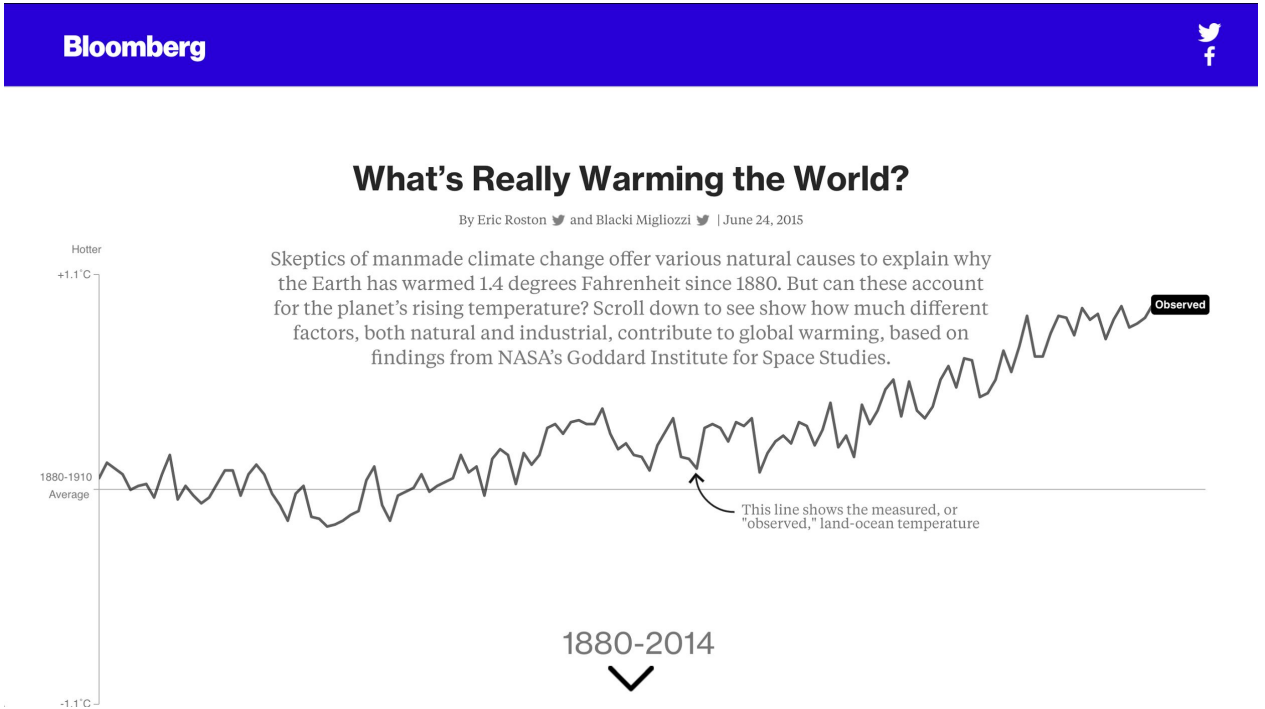
Les différents types de visualisation :

Infographics



Les différents types de visualisation :

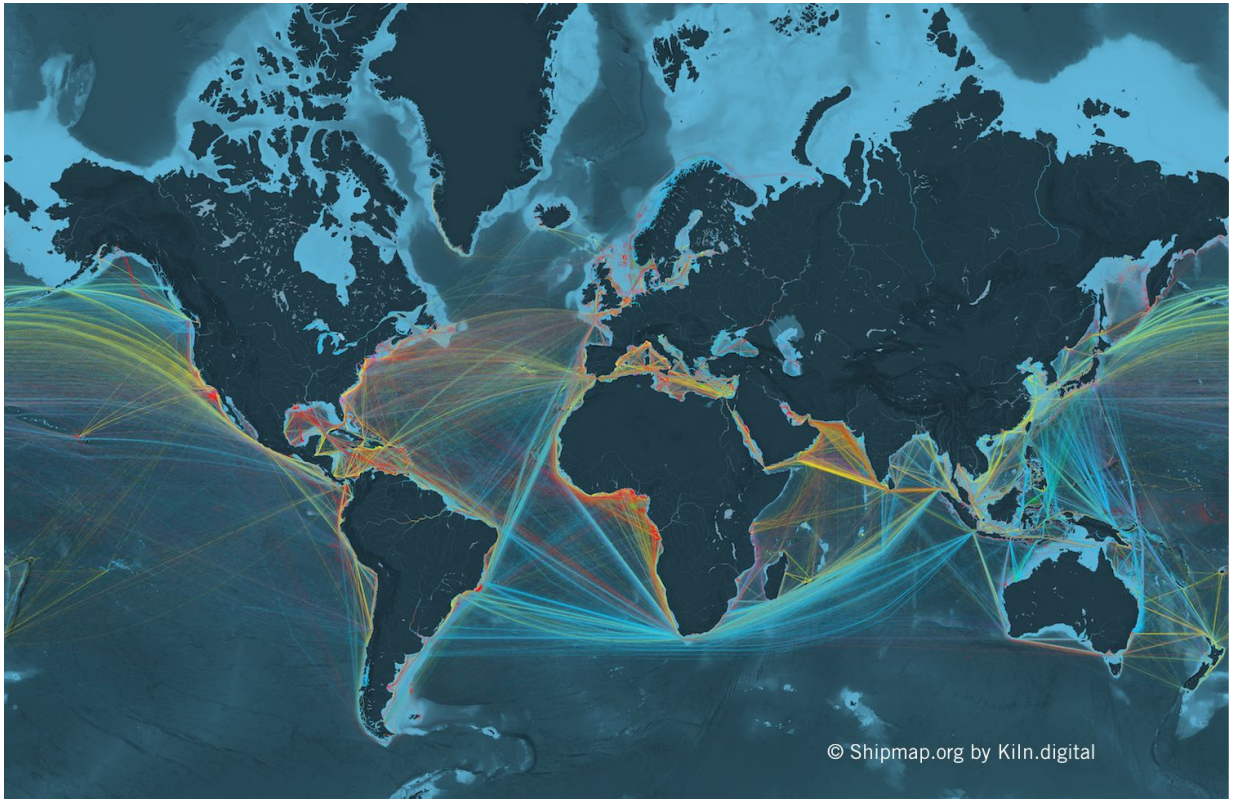
Storytelling



http://www.bloomberg.com/graphics/2015-whats-warming-the-world/

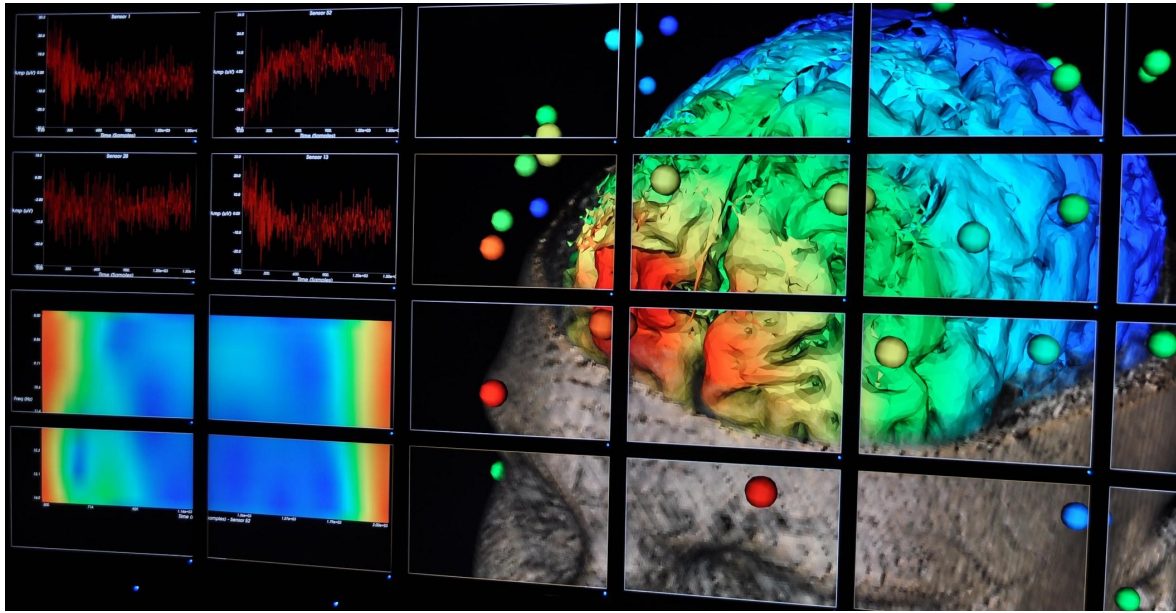
Les différents types de visualisation :

Cartographie



Les différents types de visualisation :

Visualisation scientifique

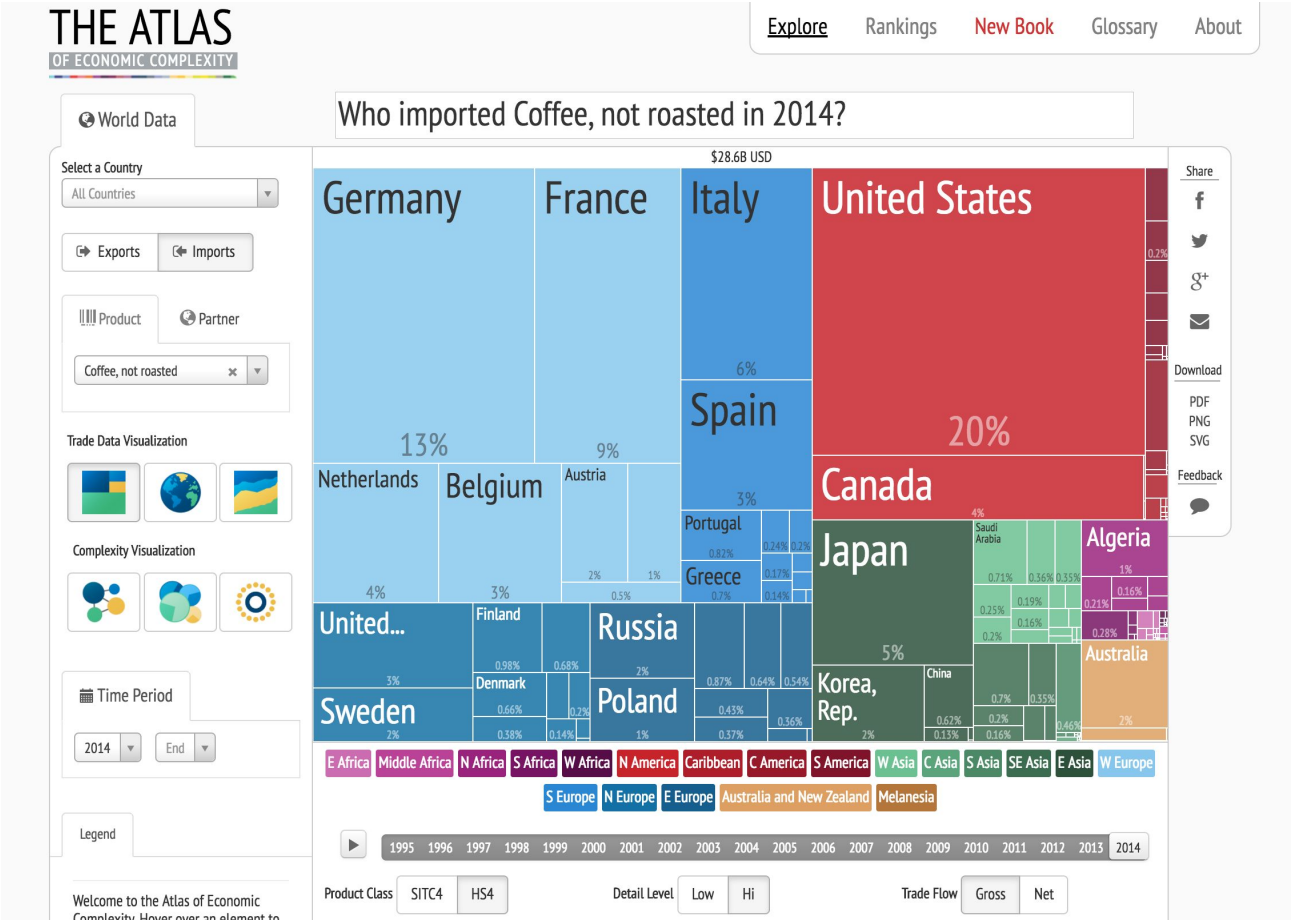


VisTrails https://www.nsf.gov/discoveries/disc_images.jsp?cntn_id=114322&org=NSF

—

Les différents types de visualisation :

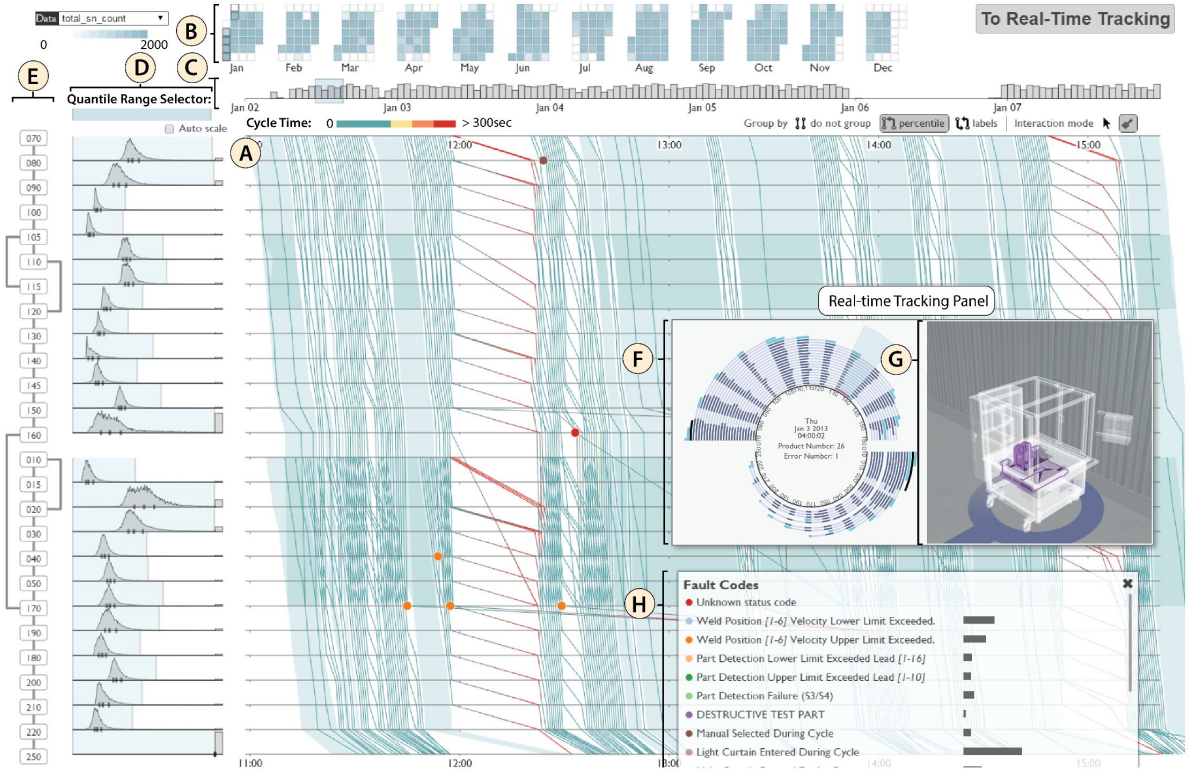
Visualisation d'information



—

Les différents types de visualisation :

Visual Analytics



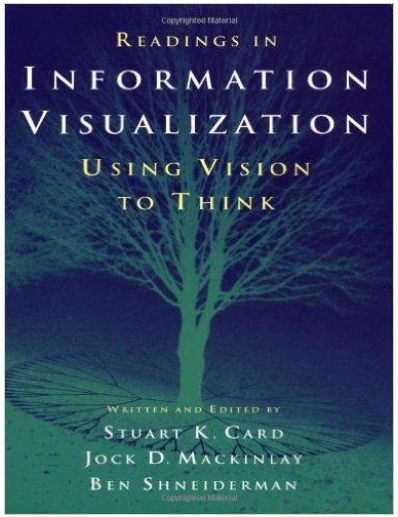
https://www.computer.org/csdl/trans/tg/preprint/07536610-abs.html

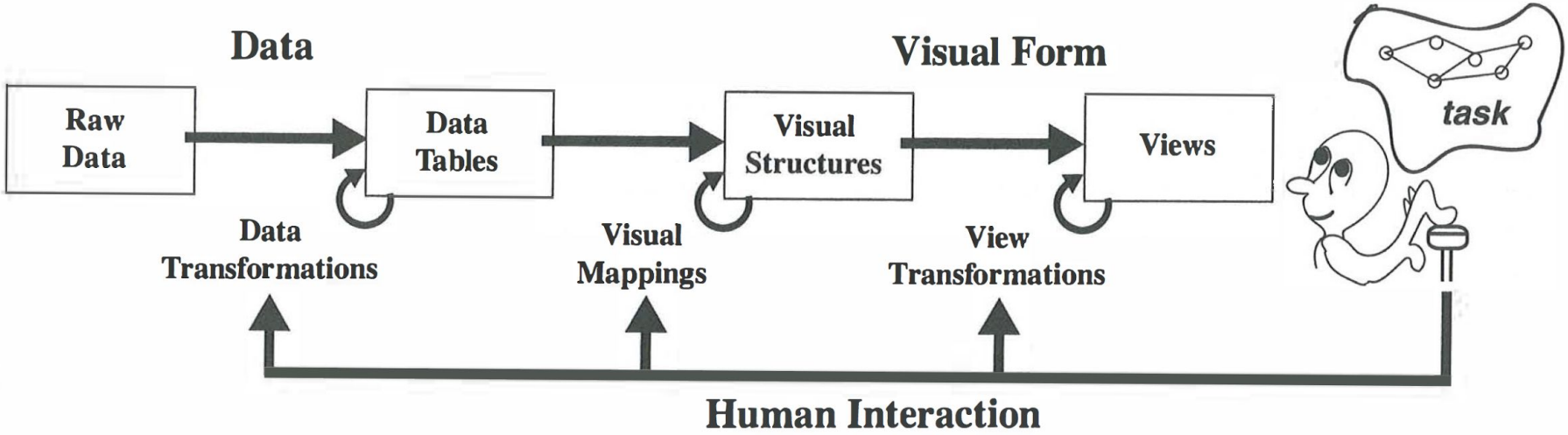
Définition

Visualisation d'information

"L'utilisation de représentation visuelles, interactives et informatique de données abstraites pour amplifier la cognition."

Card, Mackinlay, & Shneiderman, 1999





Raw Data: idiosyncratic formats
Data Tables: relations (cases by variables) + metadata
Visual Structures: spatial substrates + marks + graphical properties
Views: graphical parameters (position, scaling, clipping, . . .)

[Card, Mackinlay, Shneiderman, Readings in Information Visualization: Using Vision to Think, 1999]

Plan

- Présentation du cours
- Critique
- Pourquoi visualiser ?
- Qu’est ce que la visualisation
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique

Les données

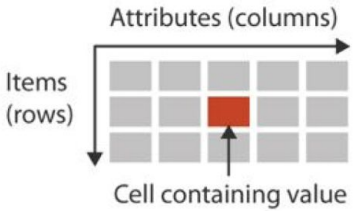
À la base de toute visualisation

Un bon designer de visualisation doit connaître :

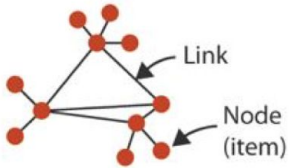
- Les propriétés des données
- Les méta-données associées
- Ce que les gens veulent tirer des données

Types de jeux de donnés

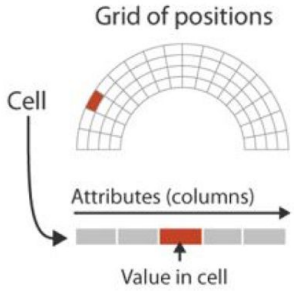
➔ Tables



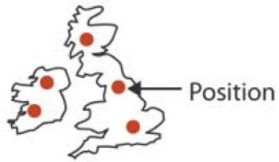
➔ Networks



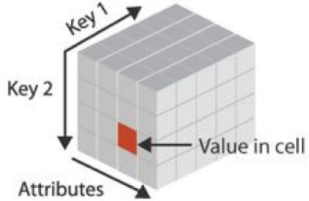
➔ Fields (Continuous)



➔ Geometry (Spatial)



➔ *Multidimensional Table*



➔ *Trees*

-> Ce qu'on veut visualiser

Type de données de base

Unités fondamentales

Constituent les jeux de donnés

- Item / élément
- Lien
- Attribut
- Position
- Grille

Exemple item (élément)/attribut

A	B	C	S	T	U
Order ID	Order Date	Order Priority	Product Container	Product Base Margin	Ship Date
3	10/14/06	5-Low	Large Box	0.8	10/21/06
6	2/21/08	4-Not Specified	Small Pack	0.55	2/22/08
32	7/16/07	2-High	Small Pack	0.79	7/17/07
32	7/16/07	2-High	Jumbo Box		7/17/07
32	7/16/07	2-High	Medium Box		7/18/07
32	7/16/07	2-High	Medium Box		7/18/07
35	10/23/07	4-Not Specified	Wrap Bag	0.52	10/24/07
35	10/23/07	4-Not Specified	Small Box	0.58	10/25/07
36	11/3/07	1-Urgent	Small Box	0.55	11/3/07
65	3/18/07	1-Urgent	Small Pack	0.49	3/19/07
66	[illegible]	5-Low	Wrap Bag	0.56	1/20/05
69	[illegible]5	4-Not Specified	Small Pack	0.44	6/6/05
69	[illegible]5	4-Not Specified	Wrap Bag	0.6	6/6/05
70	12/18/06	5-Low	Small Box	0.59	12/23/06
70	12/18/06	5-Low	Wrap Bag	0.82	12/23/06
96	4/17/05	2-High	Small Box	0.55	4/19/05
97	1/29/06	3-Medium	Small Box	0.38	1/30/06
129	11/19/08	5-Low	Small Box	0.37	11/28/08
130	5/8/08	2-High	Small Box	0.37	5/9/08
130	5/8/08	2-High	Medium Box	0.38	5/10/08
130	5/8/08	2-High	Small Box	0.6	5/11/08
132	6/11/06	3-Medium	Medium Box	0.6	6/12/06
132	6/11/06	3-Medium	Jumbo Box	0.69	6/14/06
134	5/1/08	4-Not Specified	Large Box	0.82	5/3/08
135	10/21/07	4-Not Specified	Small Pack	0.64	10/23/07
166	9/12/07	2-High	Small Box	0.55	9/14/07
193	8/8/06	1-Urgent	Medium Box	0.57	8/10/06
194	4/5/08	3-Medium	Wrap Bag	0.42	4/7/08

attribute

item

cell

Élément et attribut

Élément :

- Entité individuelle, discrète.
- Ex: un patient, une voiture

Attribut :

- Propriété mesurée ou observée
- Ex: taille, pression sanguine (patient), vitesse (voiture)

Lien, Position et Grille

Lien

- Relation entre deux éléments
- Ex : “amitié sur Facebook”

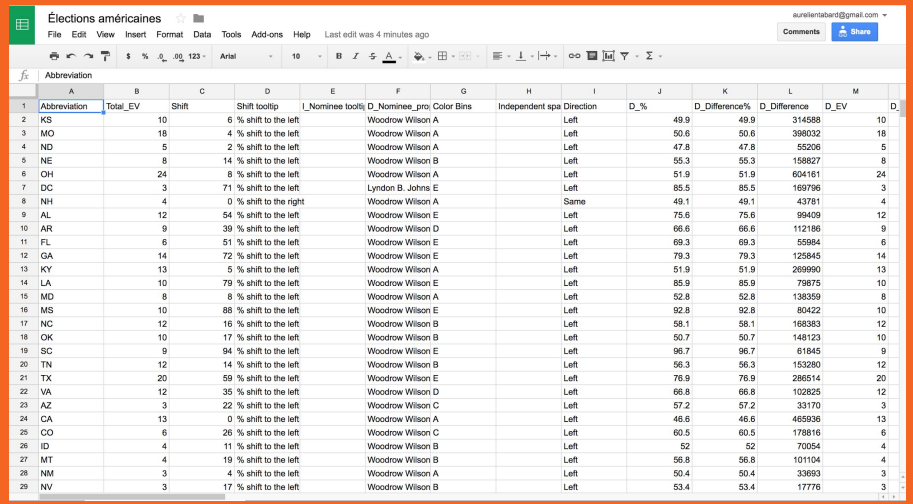
Position

- Données spatiales (en 2D ou 3D)
- Ex : latitude/longitude

Grille

- Stratégie d'échantillonnage pour données continues
- Ex: positions de stations météo

Données


Élections américaines

File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help Last edit was 4 minutes ago

aurelientabard@gmail.com

Comments Share

Abbreviation

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Abbreviation	Total_EV	Shift	Shift tooltip	I_Nominee tooltip	D_Nominee_pro	Color Bins	Independent spa	Direction	D_%	D_Difference%	D_Difference	D_EV
2	KS	10	6	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	49.9	49.9	314588	10
3	MO	18	4	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	50.6	50.6	398032	18
4	ND	5	2	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	47.8	47.8	55206	5
5	NE	8	14	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	55.3	55.3	158827	8
6	OH	24	8	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	51.9	51.9	604161	24
7	DC	3	71	% shift to the left		Lyndon B. Johns	E		Left	85.5	85.5	169796	3
8	NH	4	0	% shift to the right		Woodrow Wilson A			Same	49.1	49.1	43781	4
9	AL	12	54	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	75.6	75.6	99409	12
10	AR	9	39	% shift to the left		Woodrow Wilson D			Left	66.6	66.6	112186	9
11	FL	6	51	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	69.3	69.3	55984	6
12	GA	14	72	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	79.3	79.3	125845	14
13	KY	13	5	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	51.9	51.9	269990	13
14	LA	10	79	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	85.9	85.9	79875	10
15	MD	8	8	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	52.8	52.8	138359	8
16	MS	10	88	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	92.8	92.8	80422	10
17	NC	12	16	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	58.1	58.1	168383	12
18	OK	10	17	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	50.7	50.7	148123	10
19	SC	9	94	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	96.7	96.7	61845	9
20	TN	12	14	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	56.3	56.3	153280	12
21	TX	20	59	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	76.9	76.9	286514	20
22	VA	12	35	% shift to the left		Woodrow Wilson D			Left	66.8	66.8	102825	12
23	AZ	3	22	% shift to the left		Woodrow Wilson C			Left	57.2	57.2	33170	3
24	CA	13	0	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	46.6	46.6	465936	13
25	CO	6	26	% shift to the left		Woodrow Wilson C			Left	60.5	60.5	178816	6
26	ID	4	11	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	52	52	70054	4
27	MT	4	19	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	56.8	56.8	101104	4
28	NM	3	4	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	50.4	50.4	33693	3
29	NV	3	17	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	53.4	53.4	17776	3

Exercice : https://goo.gl/5bPs9s

Trouver à quoi correspond :

- Un item / un élément / une variable (indépendante)
- Un attribut / une dimension / une variable (dépendante) / une feature
- Les clés

Ou est définie la sémantique de la table ?

Type d'échelles

Nominale (catégoriel)

- Fruits: pommes, oranges, ...

Ordinale (ordonné)

- Qualité d'un frigo: A+, A++, A+++ ...
- Peut être compté et ordonné mais pas mesuré

Intervalle (zéro arbitraire)

- Dates, longitude, latitude

Ratio (zero fixé)

- Le zéro a un sens (rien)
- Mesure physique : poid, longueur, ...

Type d'échelles

Nominale (catégoriel)

- Opérations : =, ≠

Ordinale (ordonné)

- Opérations : =, ≠, >, <

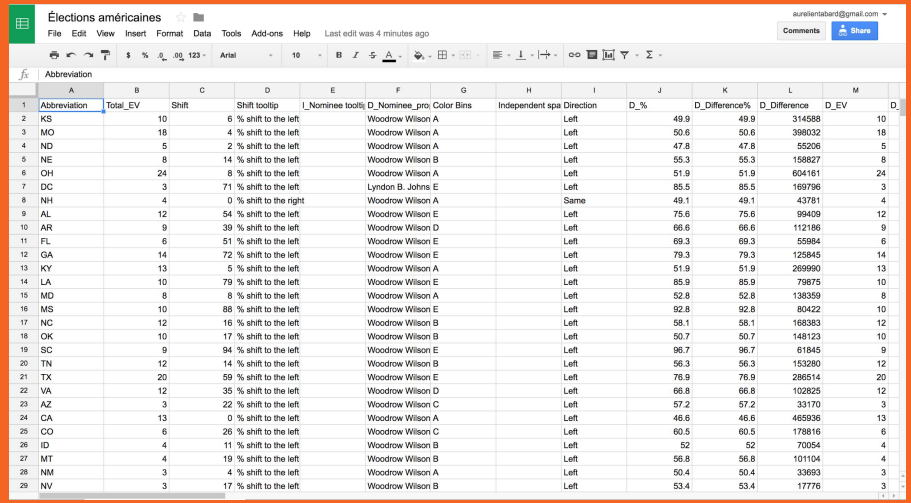
Intervalle (zéro arbitraire) ex : [1989 – 1999] + [2002 – 2012]

- Opérations : =, ≠, >, <, +, − peut mesurer les distances

Ratio (zero fixé) ex : 10kg / 5kg

- Opérations: =, ≠, >, <, +, −, ×, ÷ peut mesurer les proportions

Données


Élections américaines

File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help Last edit was 4 minutes ago

aurelientabard@gmail.com

Comments Share

Abbreviation

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Abbreviation	Total_EV	Shift	Shift tooltip	I_Nominee tooltip	D_Nominee_pro	Color Bins	Independent spa	Direction	D_%	D_Difference%	D_Difference	D_EV
2	KS	10	6	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	49.9	49.9	314588	10
3	MO	18	4	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	50.6	50.6	398032	18
4	ND	5	2	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	47.8	47.8	55206	5
5	NE	8	14	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	55.3	55.3	158827	8
6	OH	24	8	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	51.9	51.9	604161	24
7	DC	3	71	% shift to the left		Lyndon B. Johns E			Left	85.5	85.5	169796	3
8	NH	4	0	% shift to the right		Woodrow Wilson A			Same	49.1	49.1	43781	4
9	AL	12	54	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	75.6	75.6	99409	12
10	AR	9	39	% shift to the left		Woodrow Wilson D			Left	66.6	66.6	112186	9
11	FL	6	51	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	69.3	69.3	55984	6
12	GA	14	72	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	79.3	79.3	125845	14
13	KY	13	5	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	51.9	51.9	269990	13
14	LA	10	79	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	85.9	85.9	79875	10
15	MD	8	8	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	52.8	52.8	138359	8
16	MS	10	88	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	92.8	92.8	80422	10
17	NC	12	16	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	58.1	58.1	168383	12
18	OK	10	17	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	50.7	50.7	148123	10
19	SC	9	94	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	96.7	96.7	61845	9
20	TN	12	14	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	56.3	56.3	153280	12
21	TX	20	59	% shift to the left		Woodrow Wilson E			Left	76.9	76.9	286514	20
22	VA	12	35	% shift to the left		Woodrow Wilson D			Left	66.8	66.8	102825	12
23	AZ	3	22	% shift to the left		Woodrow Wilson C			Left	57.2	57.2	33170	3
24	CA	13	0	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	46.6	46.6	465936	13
25	CO	6	26	% shift to the left		Woodrow Wilson C			Left	60.5	60.5	178816	6
26	ID	4	11	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	52	52	70054	4
27	MT	4	19	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	56.8	56.8	101104	4
28	NM	3	4	% shift to the left		Woodrow Wilson A			Left	50.4	50.4	33693	3
29	NV	3	17	% shift to the left		Woodrow Wilson B			Left	53.4	53.4	17776	3

Exercice : https://goo.gl/5bPs9s

Trouver un type de données :

- Nominal / Catégoriel
- Ordinal / Ordonné
- Interval
- Ratio

Modèle de données vs. conceptuel

Modèle de données (description bas niveau)

- Flottants : 32.5, 54.0, -17.3

Modèle conceptuel (construction mentale)

- Température

Type de données

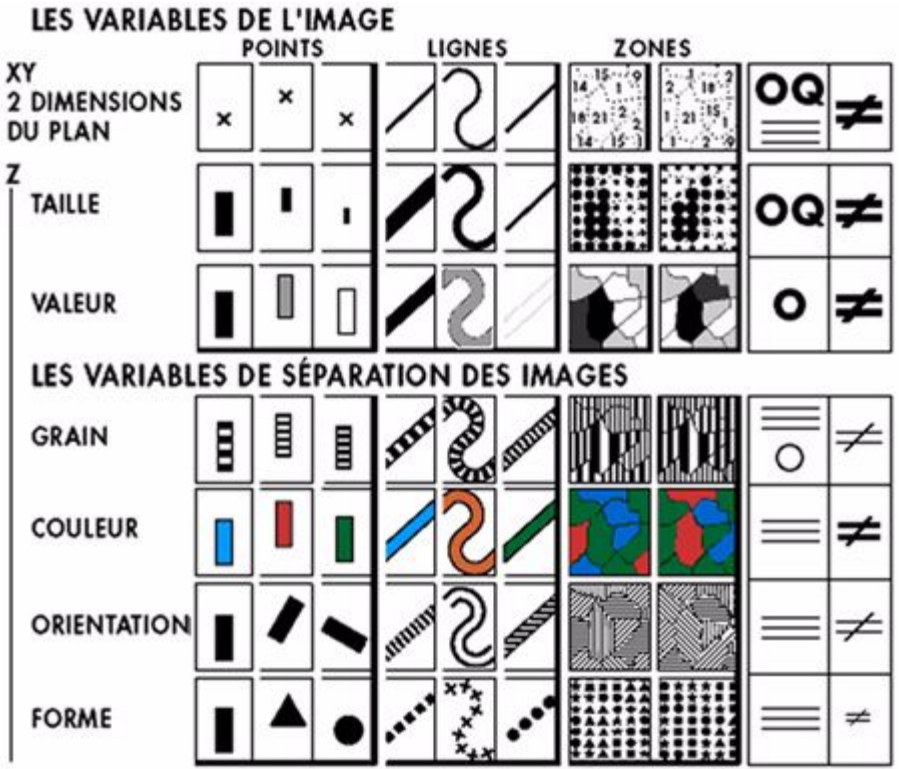
- Valeur continue avec 1 chiffre significatif (Quantitatif)
- Chaud - tiède - froid - glacé (Ordinal)
- Brulé / pas brulé (Nominal)

Plan

- Présentation du cours
- Critique
- Pourquoi visualiser ?
- Qu’est ce que la visualisation
- Type de données
- **Variables graphiques**
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique

Les variables de Jacques Bertin

Cartographe français,
auteur de la sémiologie graphique

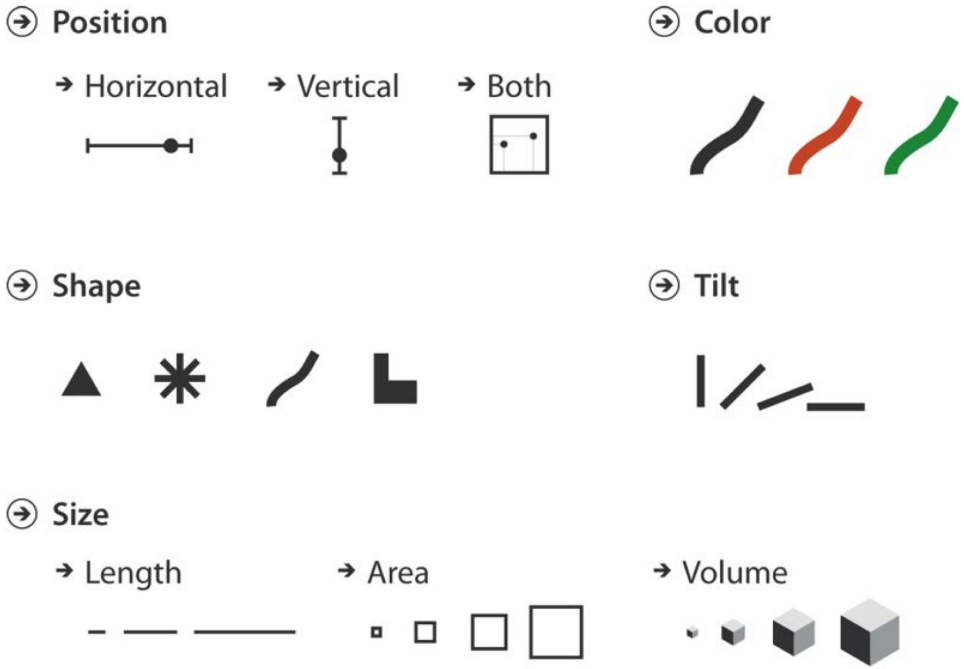


Marques simples

Munzner, 2014,
Visualization Analysis and Design.

Canaux visuels

Munzner, 2014,
Visualization Analysis and Design.



Plan

- Présentation du cours
- Critique
- Pourquoi visualiser ?
- Qu’est ce que la visualisation
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique

Mapping

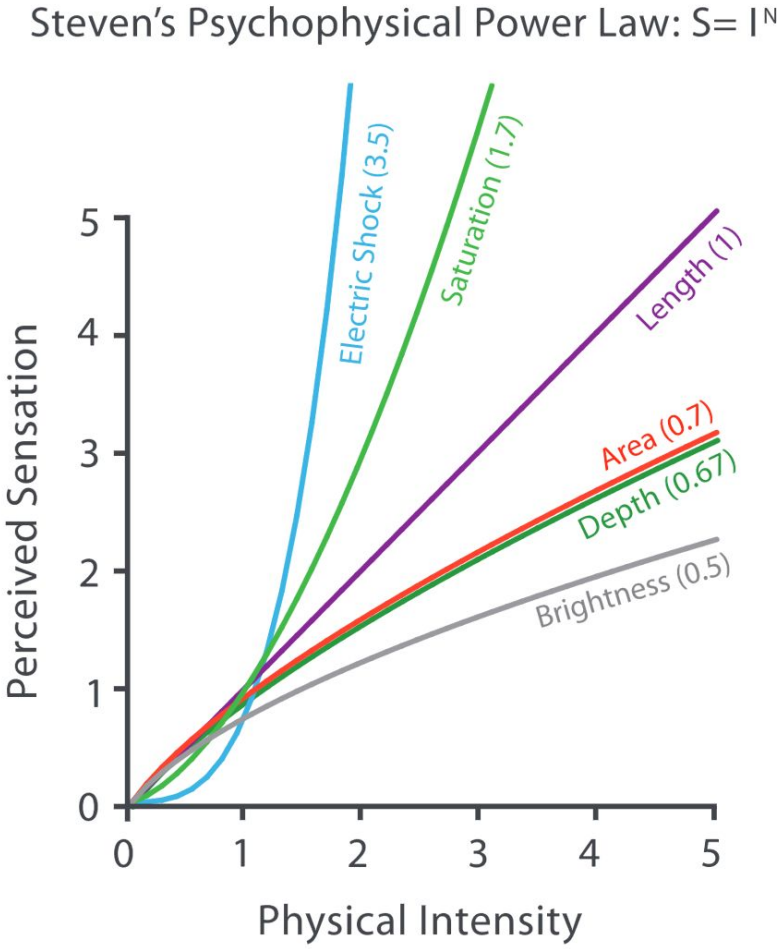
- Le travail de base consiste à
  mapper des données → des marques graphiques et propriétés
- Ensuite rajouter de l'interaction pour
  naviguer dans et manipuler les données

Question:

- Quels mapping choisir ?
  Quelles marques pour quelles données ?

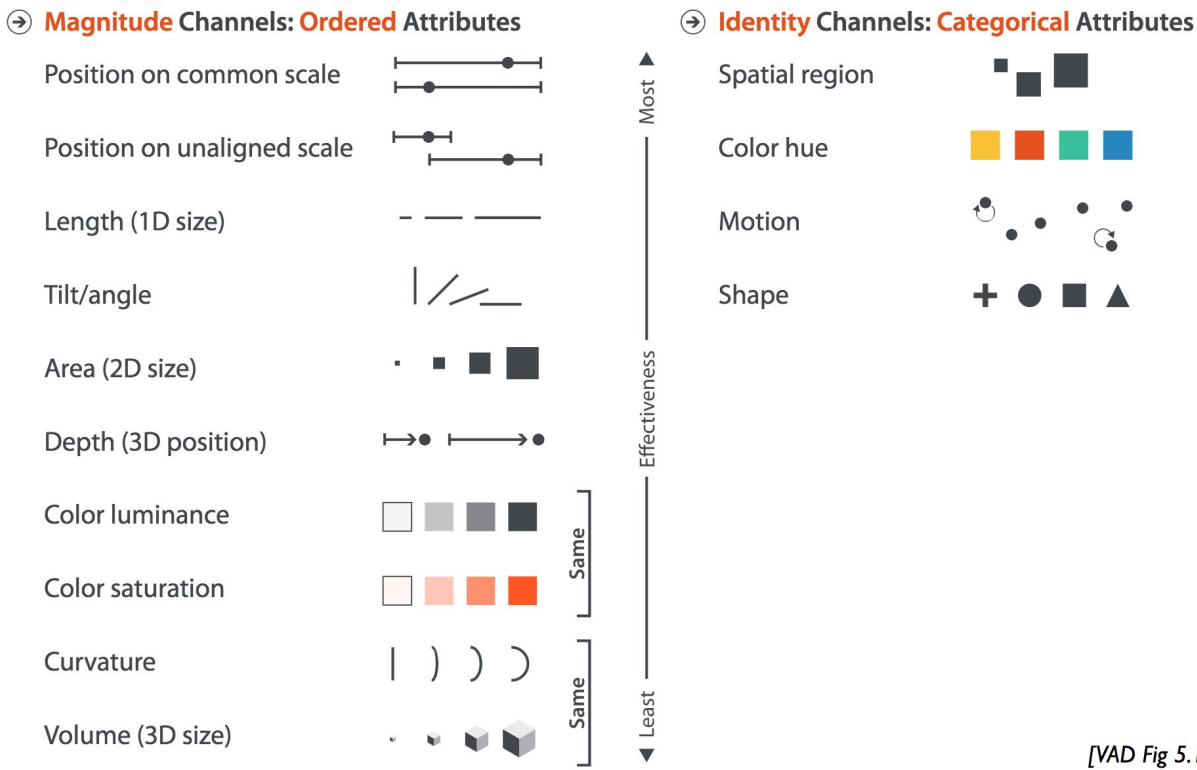
—

Efficacité de la perception humaine



Efficacité des canaux

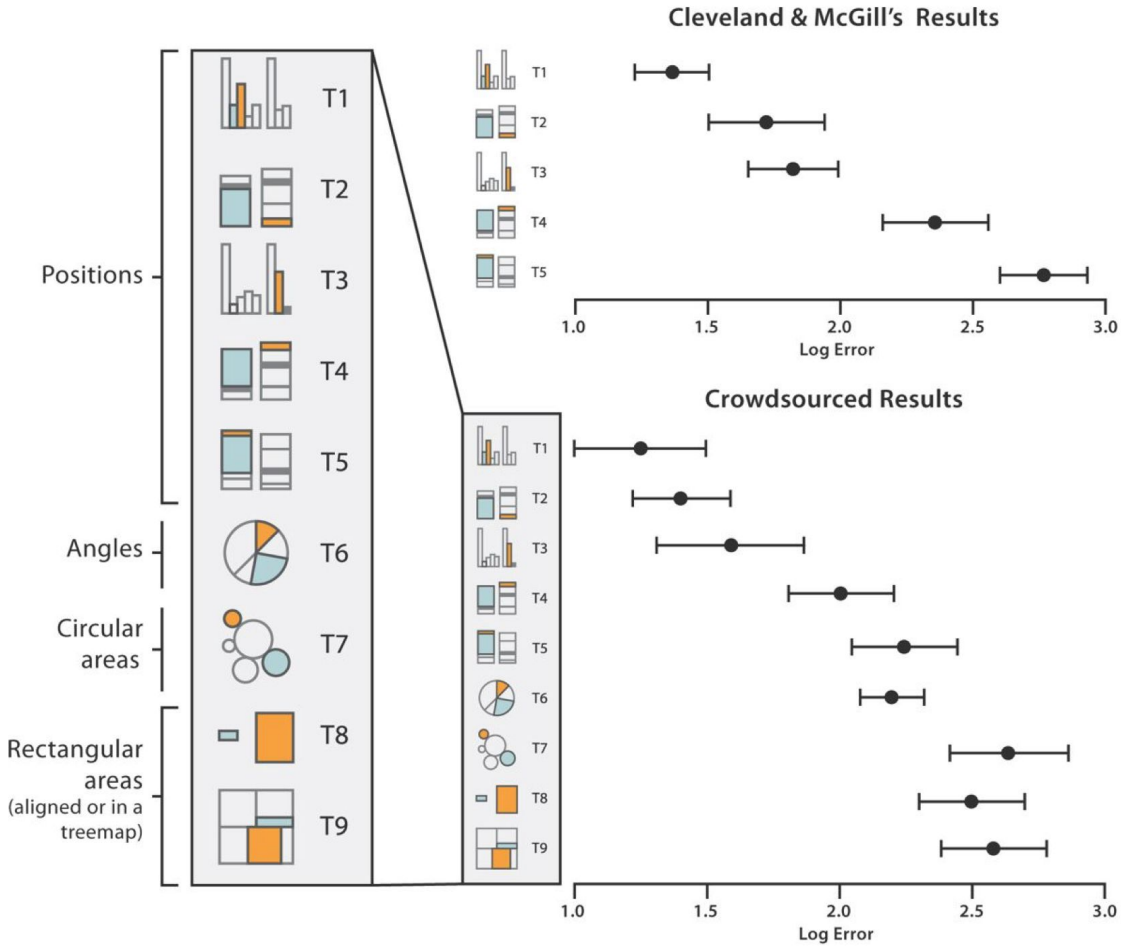
Munzner, 2014,
Visualization Analysis and Design.

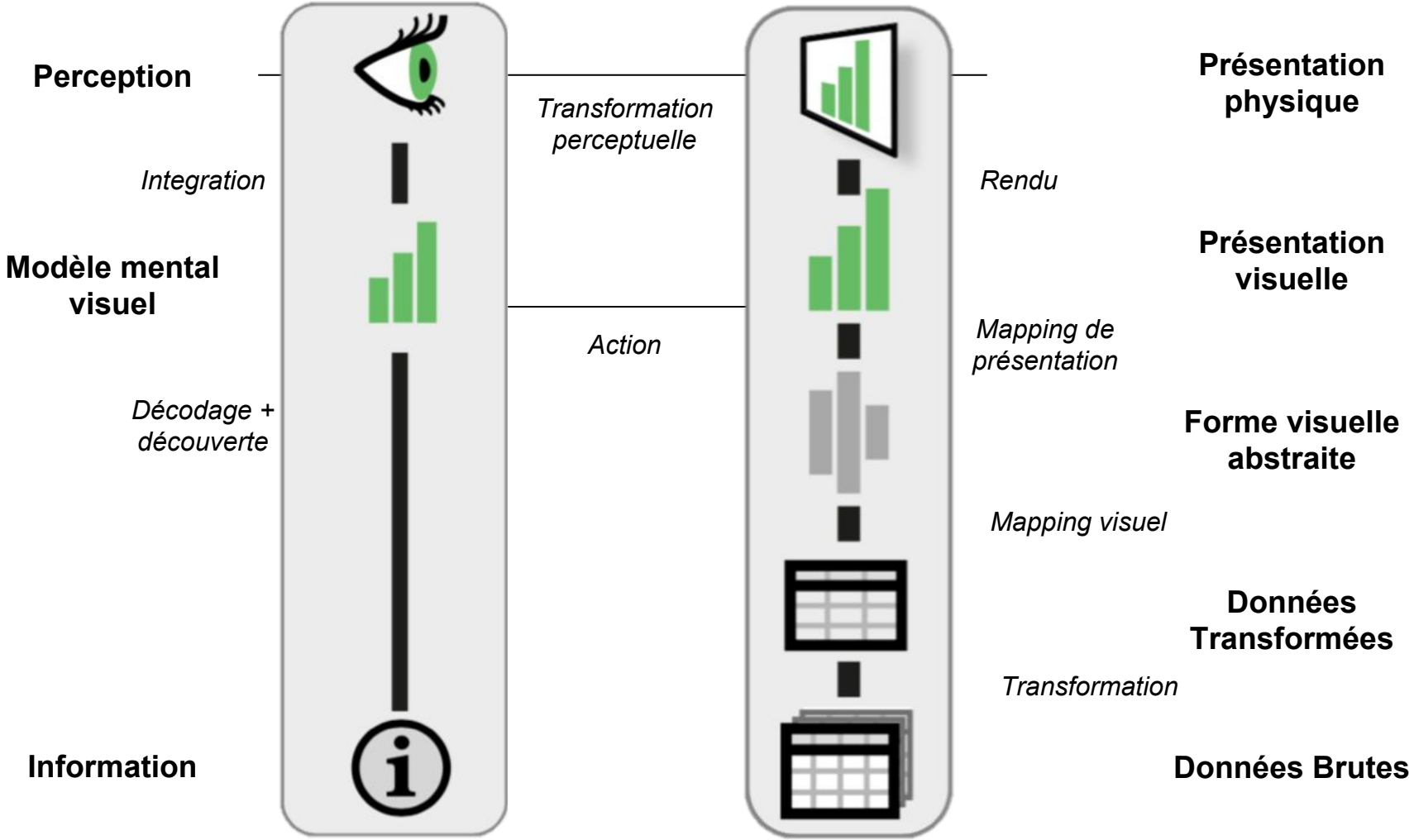


[VAD Fig 5.1]

Taux d'erreurs des canaux

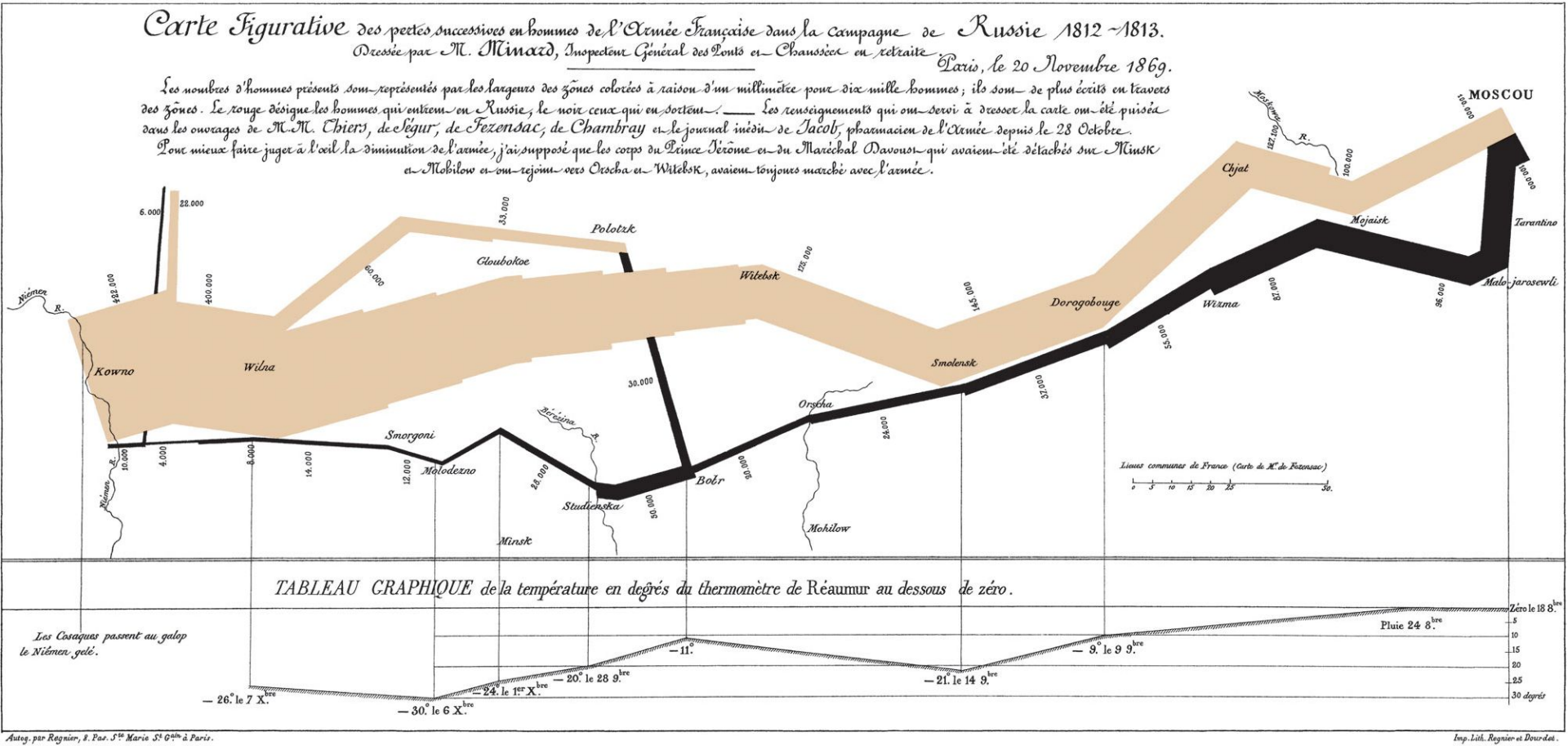
Cleveland et McGill, 84
Heer et Bostock, 10




Perception
Integration
Modèle mental visuel
Décodage + découverte
Information
Transformation perceptuelle
Action
Rendu
Présentation physique
Présentation visuelle
Mapping de présentation
Forme visuelle abstraite
Mapping visuel
Données Transformées
Transformation
Données Brutes

Plan

- Présentation du cours
- Critique
- Pourquoi visualiser ?
- Qu’est ce que la visualisation
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline
- Un classique



Joseph Minard 1869 : Perte Napoléonienne de la campagne de Russie (diagramme de Sankey)

BILAN

Bilan

- Présentation du cours
- Critique
- Pourquoi visualiser ?
- Qu’est ce que la visualisation ?
- Type de données
- Variables graphiques
- Mapping + visualisation pipeline

PAUSE

Exercice Tableau

Visualiser avec Tableau les résultats
des élections présidentielles américaines

https://lyondataviz.github.io/teaching/lyon1-m2/tp1.html

http://www.dummies.com/programming/big-data/big-data-visualization/tableau-for-dummies-cheat-sheet/

Dimensions vs. mesures

Dimensions:

- Discrete variables describing data
- Dates, categories of values (independent vars)

Measures:

- Data values that can be aggregated
- Numbers to be analyzed (dependent vars)
- Aggregate as sum, count, average, std. deviation