

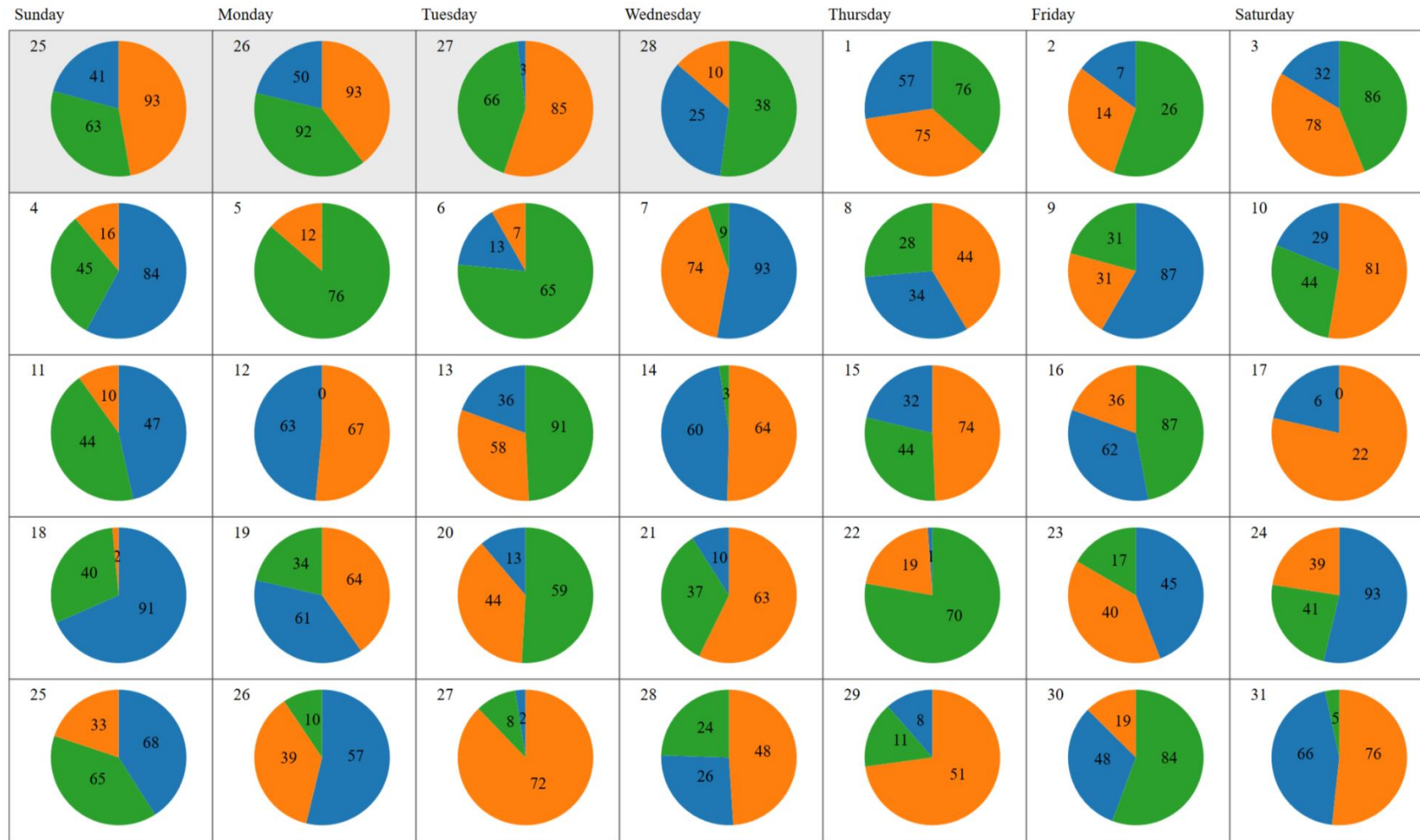
Traitement de données et visualisation

Visualisation des données

Speaker: Pierre Vanhulst
Email: pierre.Vanhulst@unifr.ch

D3 Calendar

< > March 2018



<http://bl.ocks.org/chaitanyagurrapu/6007521>

Objectifs de ce cours

- ▶ **Découvrir** le domaine de la visualisation de données
 - ▶ Établir un vocabulaire
 - ▶ Employer ce vocabulaire
- ▶ Apprendre à **concevoir** une visualisation de données
 - ▶ Justifier ses choix de conception
 - ▶ Évaluer une visualisation
- ▶ **Élargir** votre horizon
 - ▶ Force et faiblesse des visualisations communes
 - ▶ Aperçu de visualisations moins communes

Planning

- ▶ Pourquoi la visualisation ? (8 slides)
- ▶ Définition (5 slides)
- ▶ Conception et sémantique (18 slides)
- ▶ Graphiques de base (15 slides)
- ▶ Tour d'horizon (15 slides)
- ▶ Évaluation : éviter les pièges
- ▶ Bonus : mauvais exemples (7 slides)

Pourquoi la visualisation

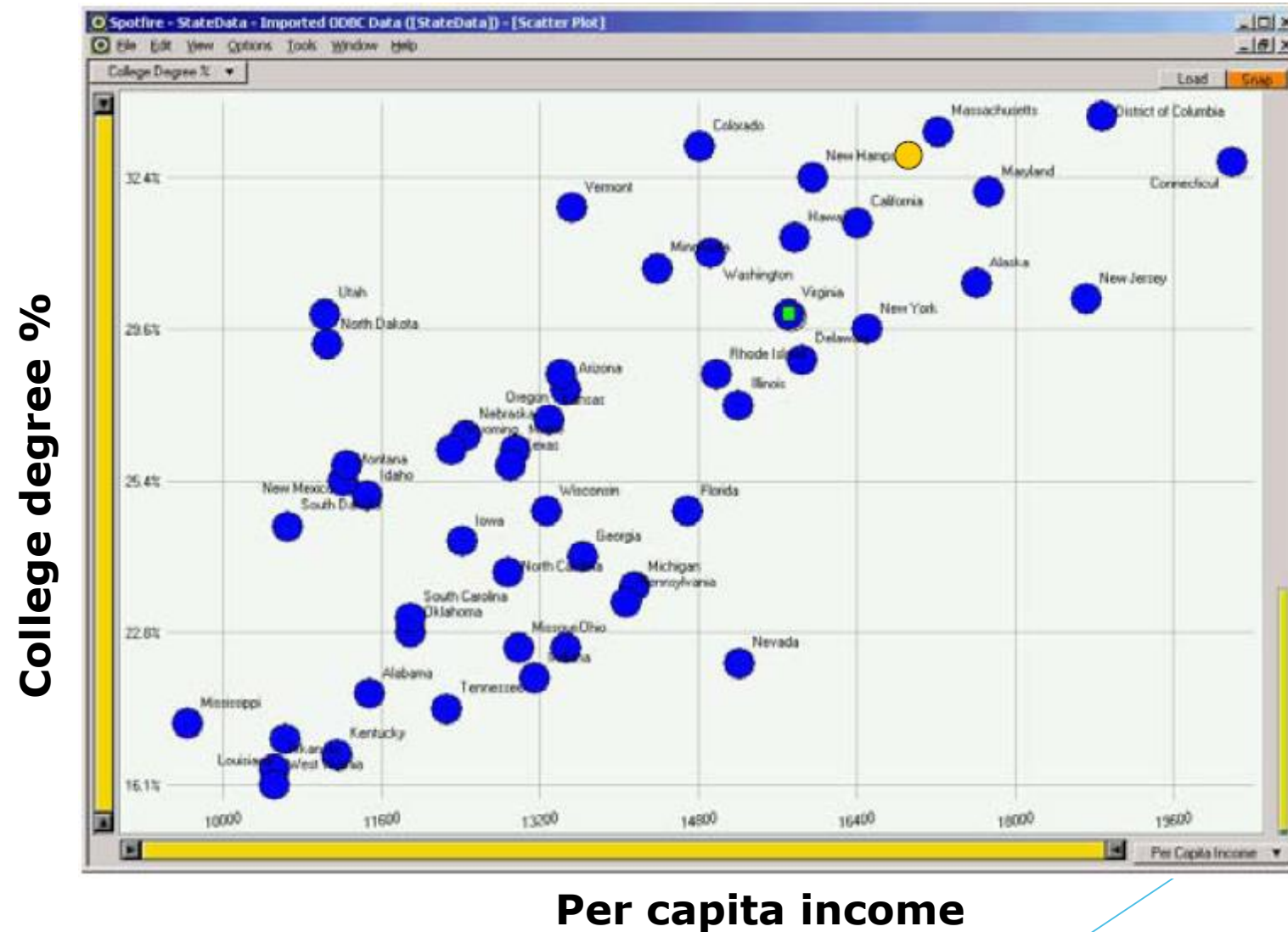
Quelques exemples préalables

Exemples (1)

- ▶ Données sur les revenus par habitants et le niveau d'éducation aux états-unis.
- ▶ Exemple rapide:
 - ▶ Quel pays dispose du plus haut revenu par habitant ?
 - ▶ Existe-t-il une relation entre les revenus et le degré d'étude ?

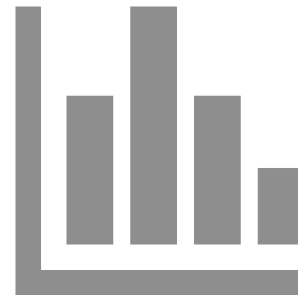
State	College Degree %	Per Capita Income
Alabama	20.6%	11486
Alaska	30.3%	17610
Arizona	27.1%	13461
Arkansas	17.0%	10520
California	31.3%	16409
Colorado	33.9%	14821
Connecticut	33.8%	20189
Delaware	27.9%	15854
District of Columbia	36.4%	18881
Florida	24.9%	14698
Georgia	24.3%	13631
Hawaii	31.2%	15770
Idaho	25.2%	11457
Illinois	26.8%	15201
Indiana	20.9%	13149
Iowa	24.5%	12422
Kansas	26.5%	13300
Kentucky	17.7%	11153
Louisiana	19.4%	10635
Maine	25.7%	12957
Maryland	31.7%	17730
Massachusetts	34.5%	17224
Michigan	24.1%	14154
Minnesota	30.4%	14389
Mississippi	19.9%	9648
Missouri	22.3%	12989
Montana	25.4%	11213
Nebraska	26.0%	12452
Nevada	21.5%	15214
New Hampshire	32.4%	15959
New Jersey	30.1%	18714
New Mexico	25.5%	11246
New York	29.6%	16501
North Carolina	24.2%	12685
North Dakota	28.1%	11051
Ohio	22.3%	13461
Oklahoma	22.8%	11893
Oregon	27.5%	13418
Pennsylvania	23.2%	14068
Rhode Island	27.5%	14981
South Carolina	23.0%	11897
South Dakota	24.6%	10661
Tennessee	20.1%	12255
Texas	25.5%	12904
Utah	30.0%	11029
Vermont	31.5%	13527
Virginia	30.0%	15713
Washington	30.9%	14923
West Virginia	16.1%	10520
Wisconsin	24.9%	13276
Wyoming	25.7%	12311

Example (1) Cont'd

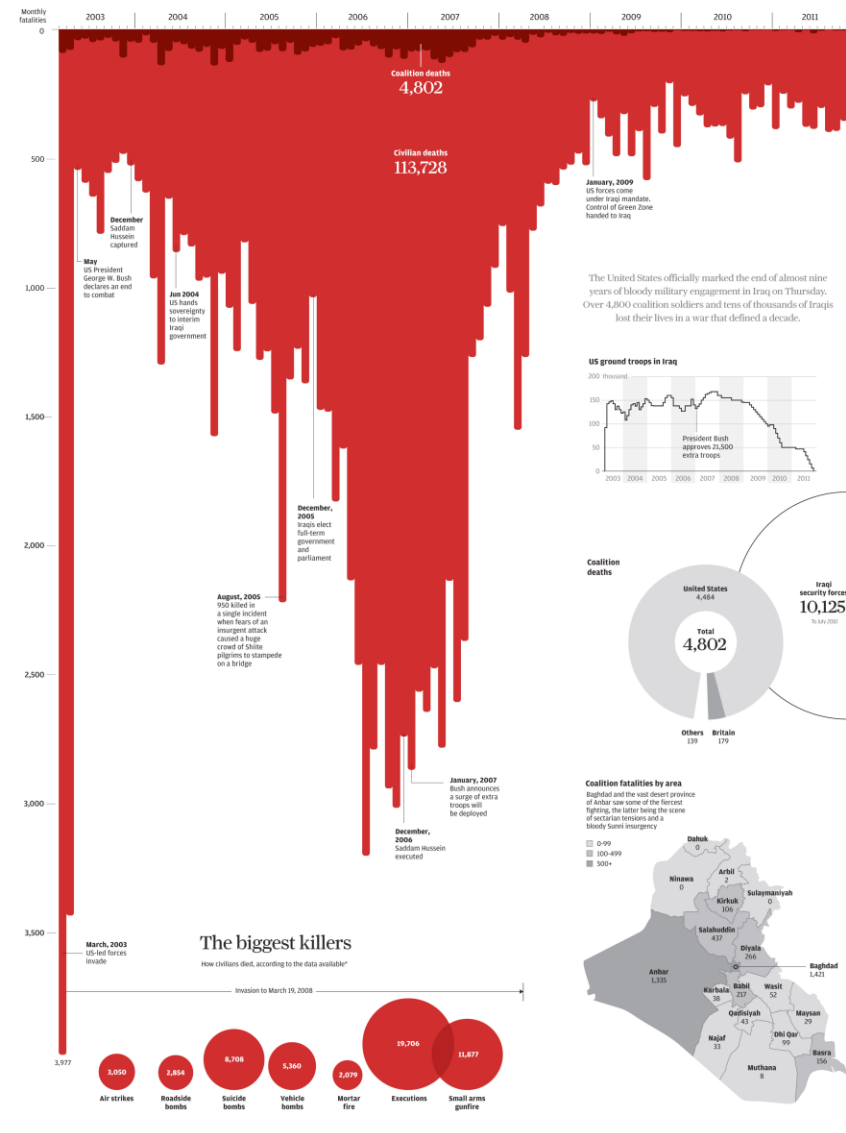


Exemple (2)

- ▶ Enregistrement de calopsittes pendant 15 minutes
- ▶ Quelques questions:
 - ▶ Caractériser la distribution. Plus de bruit ou début ou à la fin ? Existe-t-il des pics inhabituels ?
 - ▶ Quel est le niveau sonore maximal et moyen des calopsittes ?



Iraq's bloody toll

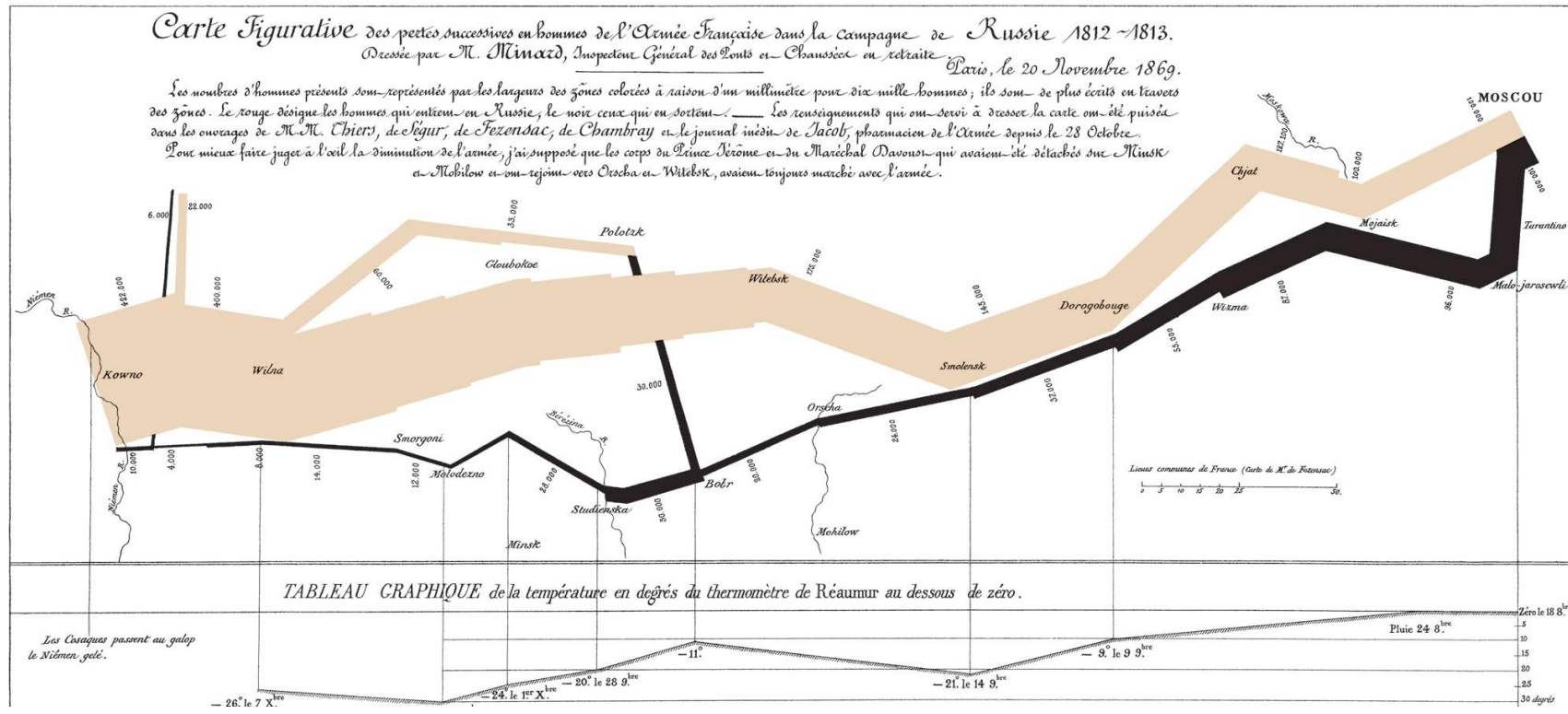


SCMP graphic. Screen shot

*Deaths from unknown causes are not included. Causes of death accounting for less than 0.5 per cent of killings also not included.

Sources: Canadian, Iraqi, British, French, New England Journal of Medicine, United Nations, Brookings Institution

Example (3)



Exemple (4)

See http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Joseph_Minard

Pourquoi utiliser le visuel ?

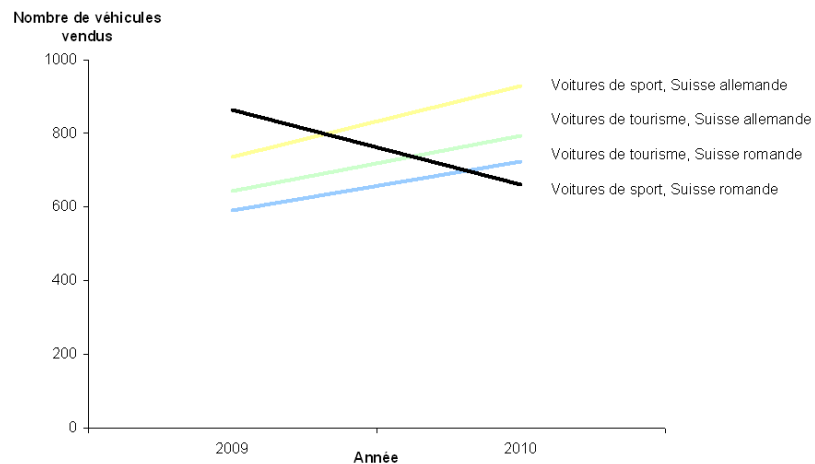
- ▶ La vue est le sens qui dispose de la plus grande bande passante chez les humains
 - ▶ Une vue d'ensemble des données est possible car nous pouvons traiter de nombreuses informations en parallèle
- ▶ Son: «bande passante» plus limitée, sémantique différente
 - ▶ Impossible de faire une «vue d'ensemble» avec du son
- ▶ Toucher: capacité d'enregistrement / de reproduction limitée
 - ▶ Bande-passante très limitée avec les moyens d'aujourd'hui
- ▶ Goût, odorat: aucune méthode d'enregistrement / reproduction

Pourquoi utiliser le canal visuel ? (2)

► On remplace la **réflexion** par la **perception**

► « La vue est plus forte que la mémoire »

Nombre de véhicules vendus par type, région et année



Nombre de véhicules vendus par type, région et année

Type	Suisse allemande		Suisse romande	
	2009	2010	2009	2010
Voitures de tourisme	643	793	590	724
Voitures de sport	735	928	863	662

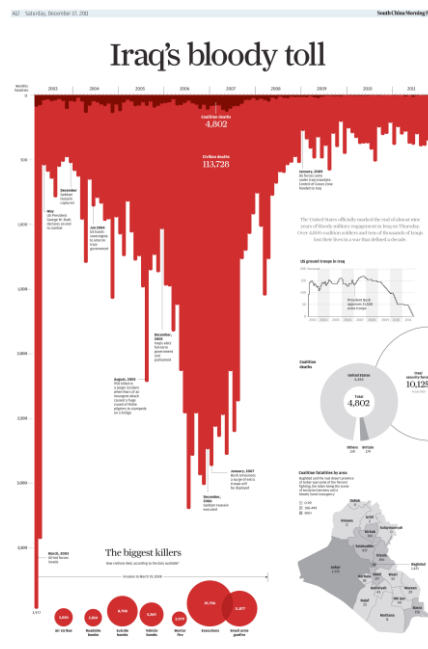
Buts et définition

Définition

- ▶ «Visualisation de l'information», ou «InfoVis»
- ▶ Domaine de recherche relativement récent (fin des années 80)
- ▶ Synonyme : «Data Visualization» (DataVis)

Deux grands objectifs

Communication
« Explanatory visualization »



Analyse
« Exploratory visualization »



The use of computer-
supported, interactive, visual
representations of abstract
data to amplify cognition

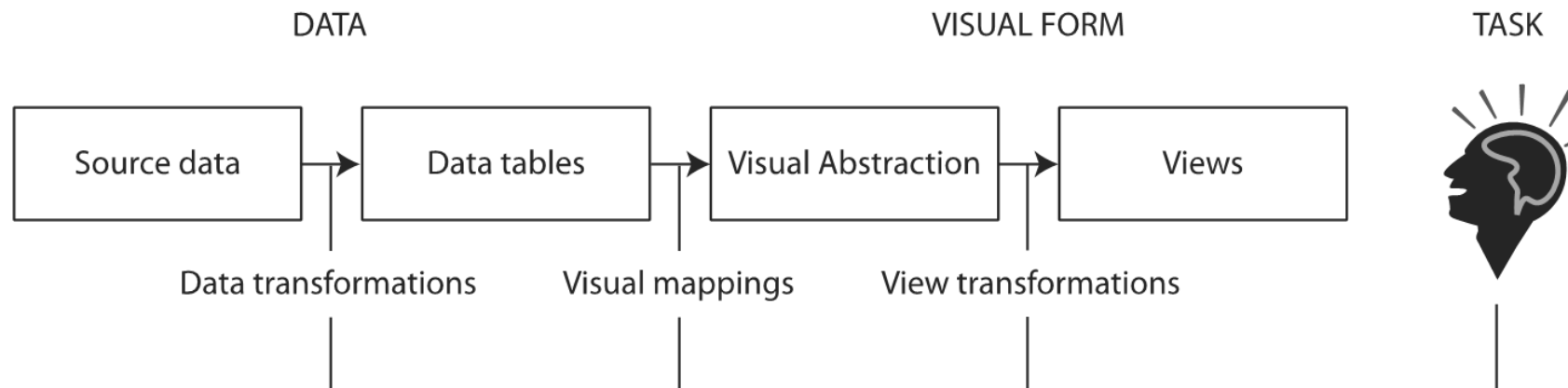
[Card et al., 1999]

Goal de la visualisation

- ▶ La visualisation peut être utilisée pour donner du sens à une vaste jeu de données.
- ▶ Elle peut également servir à communiquer rapidement des idées et des informations basées sur des données complexes à appréhender.

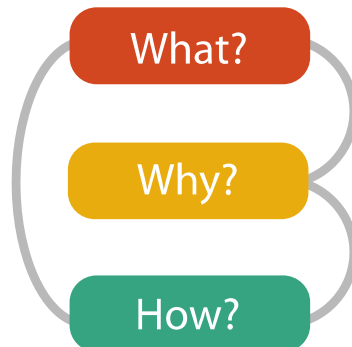
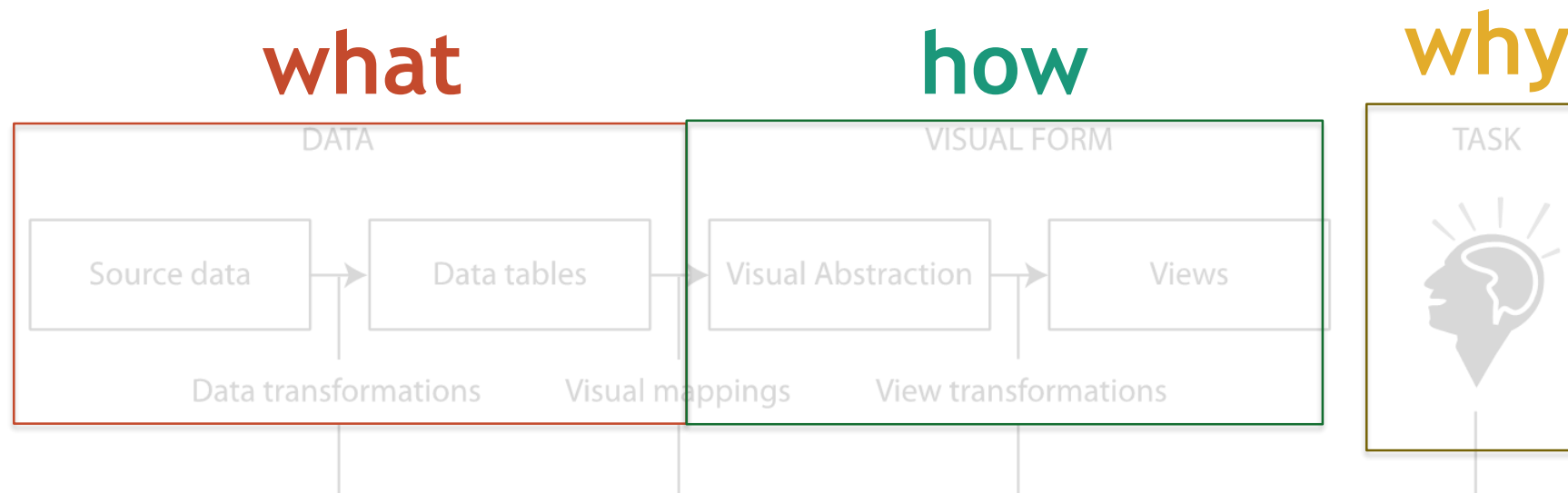
Conception

Processus de conception



Redessiné à partir de [Card et al., 1999]

Processus de conception (2)



[Munzner, 2014]

Processus de conception (3)

- ▶ **What is shown?**
 - ▶ Données
- ▶ **Why is the user looking at it?**
 - ▶ Tâches (actions et cibles)
- ▶ **How is it shown?**
 - ▶ Encodage (marques et canaux)
- ▶ Ces trois questions vous aideront à définir votre visualisation de manière plus systématique.

What: Données et types de données

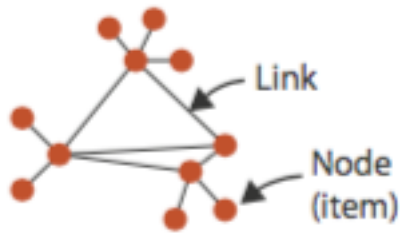
- ▶ Les visualisations se basent sur des **données**. Ces données...
- ▶ ... peuvent représenter...
 - ▶ ... des **objets**. Exemples: voitures, animaux
 - ▶ ... des **attributs** (d'objets). Exemples: âge, taille
 - ▶ ... des **liens** (entre objets). Exemples: parenté, cooccurrences dans un livre
 - ▶ ... des positions (d'objets). Exemples: longitude, latitude
 - ▶ ... des »grilles«. Exemple: échantillonnage régulier d'un champ continu, [projet Ukko](#)

Données et types de données (cont'd)

- ... peuvent être incluses
 - ... dans des **tables**.
 - ... dans des **réseaux**.
 - ... dans des **espaces**.

Table: Organizations

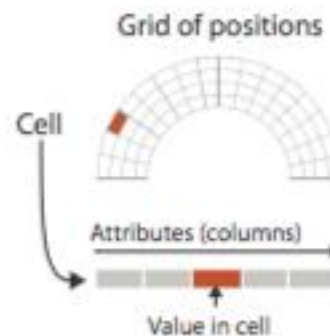
id	name	nameAlt	nameEn	createdAt	updatedAt	abbr
1	3	Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América	Bolivarian Allian...	2018-02-23 14...	2018-03-01 12...	ALBA-TCP
2	4	Cartagena + process	NULL	2018-02-23 14...	2018-02-23 14...	NULL
3	5	Mecanismos Internacionales de Asistencia Humanitaria	International Hu...	2018-02-23 14...	2018-02-23 14...	MAH
4	6	Organización de los Estados Americanos	OAS	2018-02-23 14...	2018-02-23 14...	OEA
5	7	Conferencia Regional sobre Migración	Conferencia Reg...	2018-02-23 14...	2018-02-23 14...	NULL
6	8	Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres ...	Coordination Ce...	2018-02-23 15...	2018-02-23 15...	CEPREDENAC
7	9	Sistema de la Integración Centroamericana	NULL	2018-02-23 15...	2018-02-23 15...	SICA
8	10	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo	NULL	2018-02-23 15...	2018-02-23 15...	CCAD
9	11	Unión de Naciones Suramericanas	NULL	2018-02-23 15...	2018-02-23 15...	UNASUR
10	12	Conferencia Suramericana sobre Migraciones	NULL	2018-02-23 15...	2018-02-23 15...	CSM
11	13	Community of Latin American and Caribbean States	NULL	2018-02-23 15...	2018-02-23 15...	CELAC



→ *Trees*



→ Fields (Continuous)



→ Geometry (Spatial)



[Munzner, 2014]

Données et types de données (cont'd)

- ▶ Les attributs sont eux-mêmes sous-divisés
 - ▶ **Catégoriel** : des «types» différents, impossibles à classer
 - Pour des voitures, la marque est un attribut catégoriel
 - ▶ Ordonné
 - ▶ **Ordinal** : des «types» qu'on peut classer
 - Pour des humains : niveau d'éducation (primaire, secondaire, ...)
 - ▶ **Quantitatif** : des nombres
 - Pour des humains : nombre de pas quotidien

Why: Tâches

- ▶ Une tâche est une combinaison
 - ▶ d'une (ou plusieurs) **action**(s)
 - ▶ d'une (ou plusieurs) **cible**(s)
- ▶ ... en rapport avec les données.
- ▶ Exemples de tâches :
 - ▶ Découvrir la distribution
 - ▶ Comparer des tendances
 - ▶ Localiser les extrêmes
 - ▶ Parcourir la topologie

Tâches : actions

- ▶ Les actions peuvent être décrites en trois niveaux d'abstraction:
 - ▶ **Analyser** (haut niveau)
 - ▶ **Chercher** (niveau intermédiaire)
 - ▶ **Questionner** (bas niveau)

Tâches : actions (cont'd)

- ▶ Analyser (haut niveau) : but final de la visualisation
 - ▶ Consommer des données :
 - ▶ Découvrir Quel est l'impact d'une loi sur la migration d'un pays ?
 - ▶ Présenter Le nombre de morts chez les civils durant la guerre en Irak
 - ▶ Apprécier Se »promener» sur une visualisation
 - ▶ Produire des données
 - ▶ Annoter Émettre une hypothèse sur une visualisation existante
 - ▶ Enregistrer Analyser, puis enregistrer les étapes de l'analyse
 - ▶ Dériver Transformer les données présentées en une version agrégée

Tâches : actions (cont'd)

► Chercher (niveau intermédiaire) : localisation des cibles

	Cible connue	Cible inconnue
Localisation connue	«Lookup» Une biologiste regarde les relations entre espèces. Elle repère immédiatement «humain» (sa cible) dans la branche des mammifères (sa localisation)	Parcourir Rechercher des objets qui correspondent à un attribut spécifique, comme «tous les mammifères»
Localisation inconnue	Localiser Un utilisateur moins averti ne saura pas nécessairement localiser directement la branche de chaque espèce. Il devrait donc localiser sa cible dans les branches.	Explorer Chercher des «outliers» au sein d'une distribution.

Tâches : actions (cont'd)

- ▶ Questionner (bas niveau) : utiliser les cibles
 - ▶ **Identifier**: utiliser les cibles pour en retirer de la connaissance
 - Sur une carte des élections américaines, trouver un état et découvrir qui l'a remporté. Inversement, trouver tous les états remportés par un parti en particulier.
 - ▶ **Comparer**: trouver des similitudes ou des divergences entre des cibles multiples
 - Comparer le nombre d'apparitions de deux personnages au cours d'un récit.
 - ▶ **Résumer**: qualifier l'ensemble des cibles
 - Commenter la variance au sein d'une distribution.

Tâches : cibles

- ▶ Les cibles sont les éléments sur lesquels portent les tâches. Ces cibles dépendent du type de données employé.
- ▶ Toutes les données disposent généralement de :
 - ▶ **Tendances** : une direction générale prise par les données. Le salaire dépend du niveau d'éducation.
 - ▶ «**Outliers**» : des éléments qui ne suivent pas la tendance. Le New Jersey ne suit pas cette tendance.
 - ▶ **Particularités** : des généralités localisées, difficiles à classer.

Tâches : cibles (cont'd)

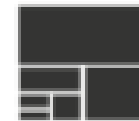
- ▶ Quand une visualisation présente un attribut des objets, il devient possible...
 - ▶ ... d'utiliser un objet et...
 - ▶ ... de qualifier sa distribution. Jean Valjean apparaît toujours plus au fil de l'histoire.
 - ▶ ... de trouver ses extremums. Jean Valjean apparaît le moins au milieu du livre.
 - ▶ ... d'utiliser plusieurs objets pour les comparer.

Tâches : cibles (cont'd)

- ▶ Certains types de visualisation présentent des cibles particulières.
 - ▶ Dans un réseau, on peut parler de **topologie** et de **chemins**.
 - ▶ Dans une visualisation spatiale, on peut parler des **formes**.

How: encodage

- ▶ Les règles de représentation des données s'appelle l'**encodage**.
- ▶ L'encodage se base sur
 - ▶ ... des **marques**



- ▶ ... et des **canaux**
 - ▶ La **position**, l'**inclinaison**, la **couleur**, la **taille**, ...

[Munzner, 2014]

Encodage : canaux

- ▶ Les canaux correspondent directement aux types d'attributs présentés
 - ▶ Les canaux d'**identité** pour les attributs catégoriels
 - ▶ Région spatiale (carte)
 - ▶ Teintes disjointes de couleurs
 - ▶ Mouvement
 - ▶ Marques



[Munzner, 2014]

Encodage : canaux

- ▶ Les canaux correspondent directement aux types d'attributs présentés
 - ▶ Les canaux de **magnitude** pour les attributs ordonnés
 - ▶ Position sur une échelle commune
 - ▶ Position sur une échelle non-alignée
 - ▶ Longueur
 - ▶ Inclinaison
 - ▶ Zone (2D)
 - ▶ Profondeur (3D)
 - ▶ Luminance ou saturation de la couleur
 - ▶ Courbature et volume (3D)

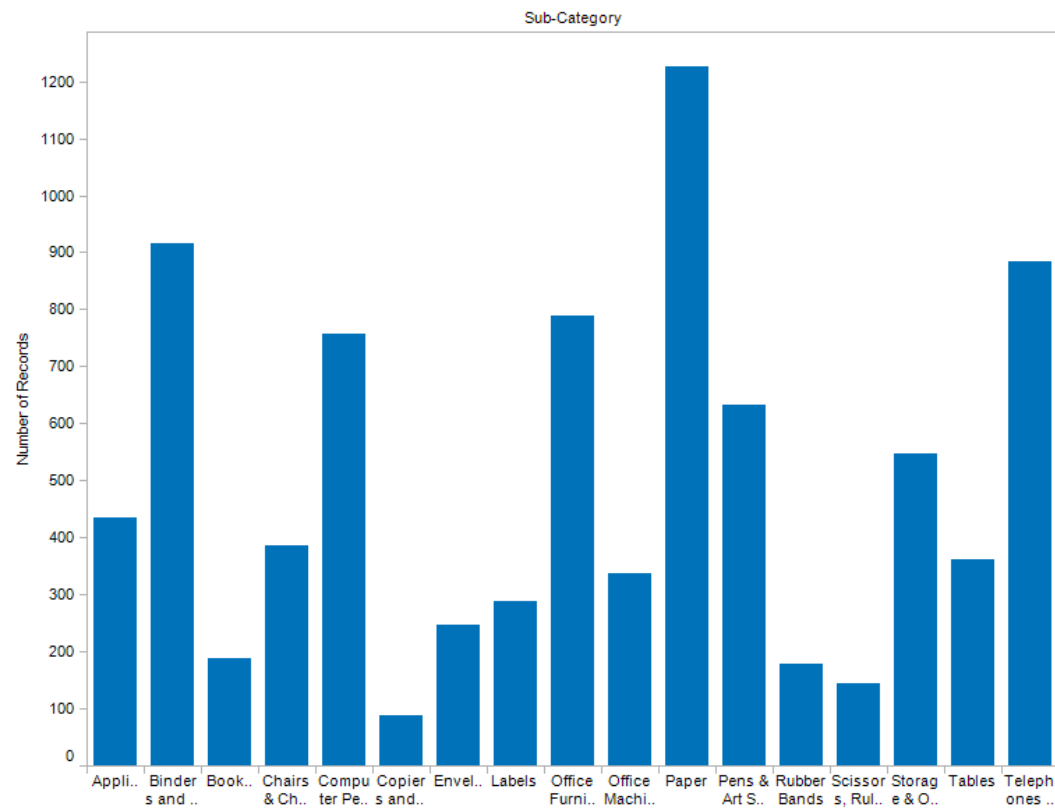


[Munzner, 2014]

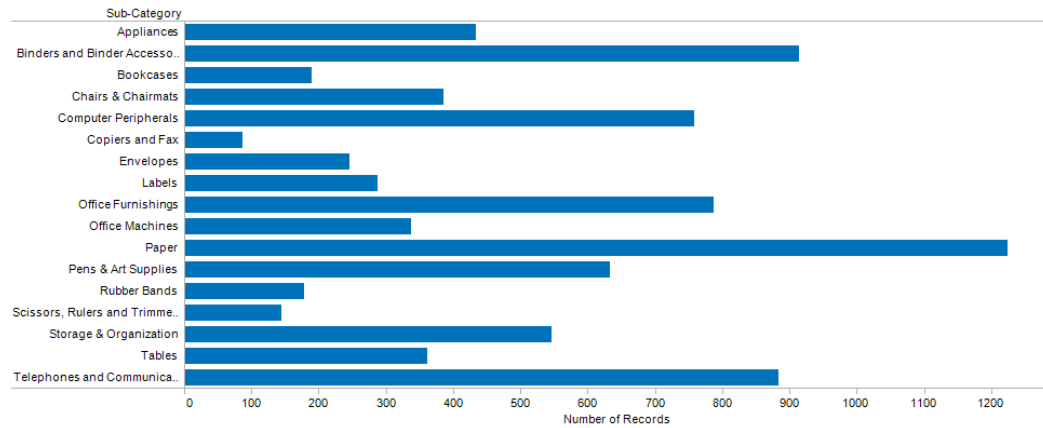
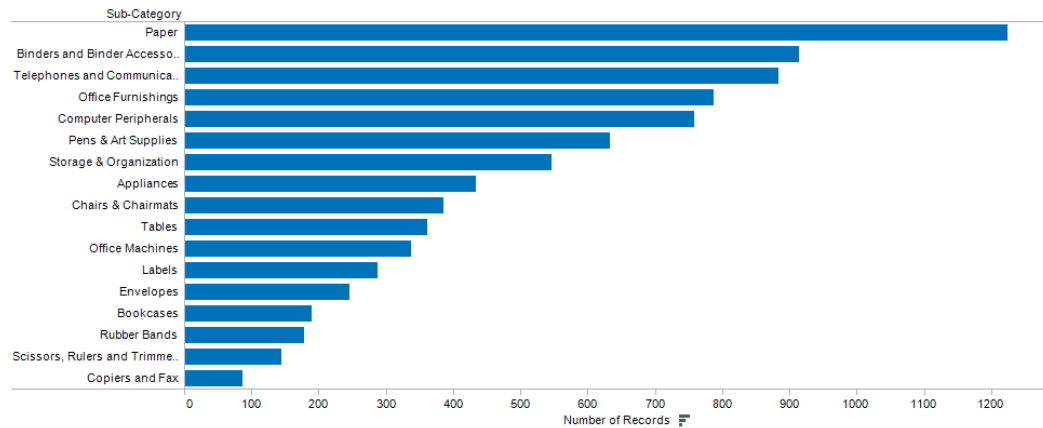
Graphiques de base

Comment les employer

Bar Chart

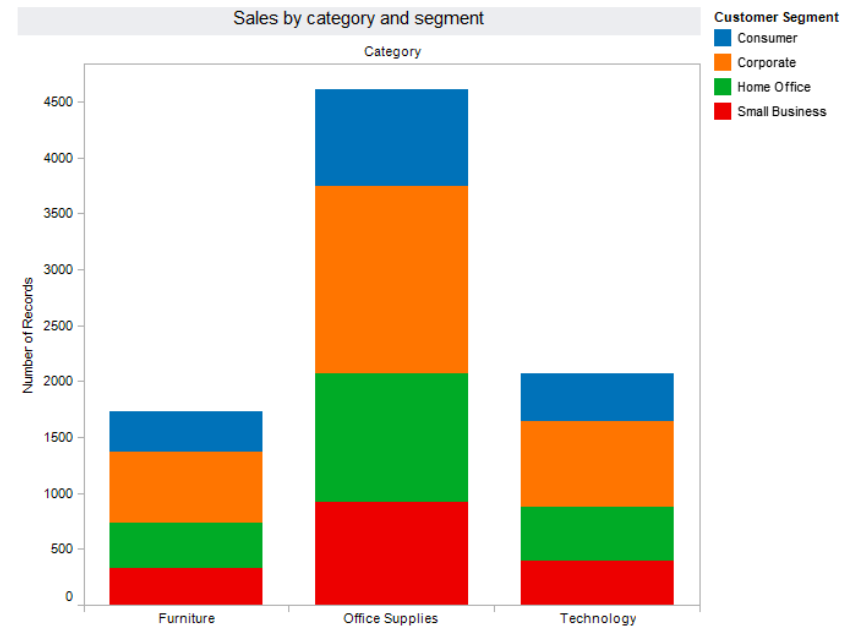
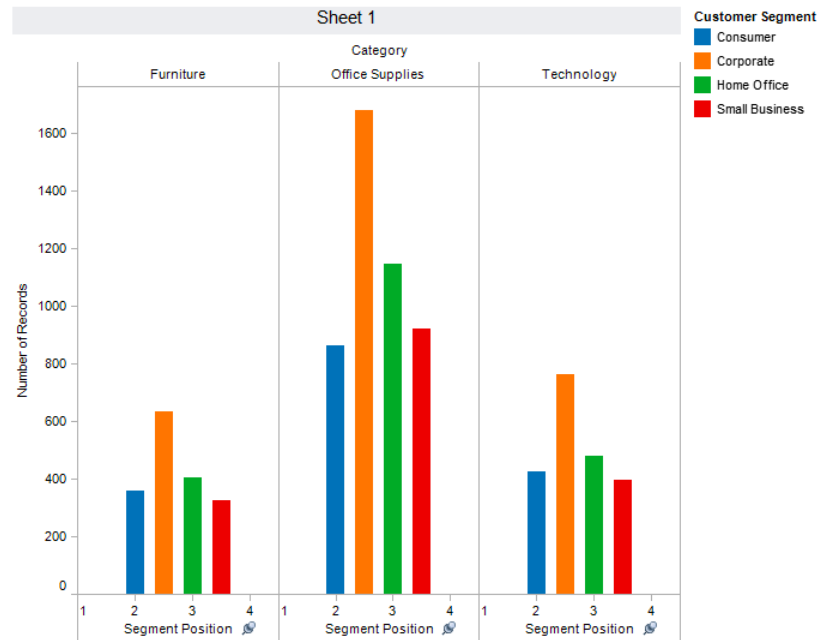


- ▶ Les Bar Charts encodent une relation entre des données catégorielles et des quantités.
- ▶ À côté :
 - ▶ «Product category» => catégoriel
 - ▶ «Number of products» => quantité



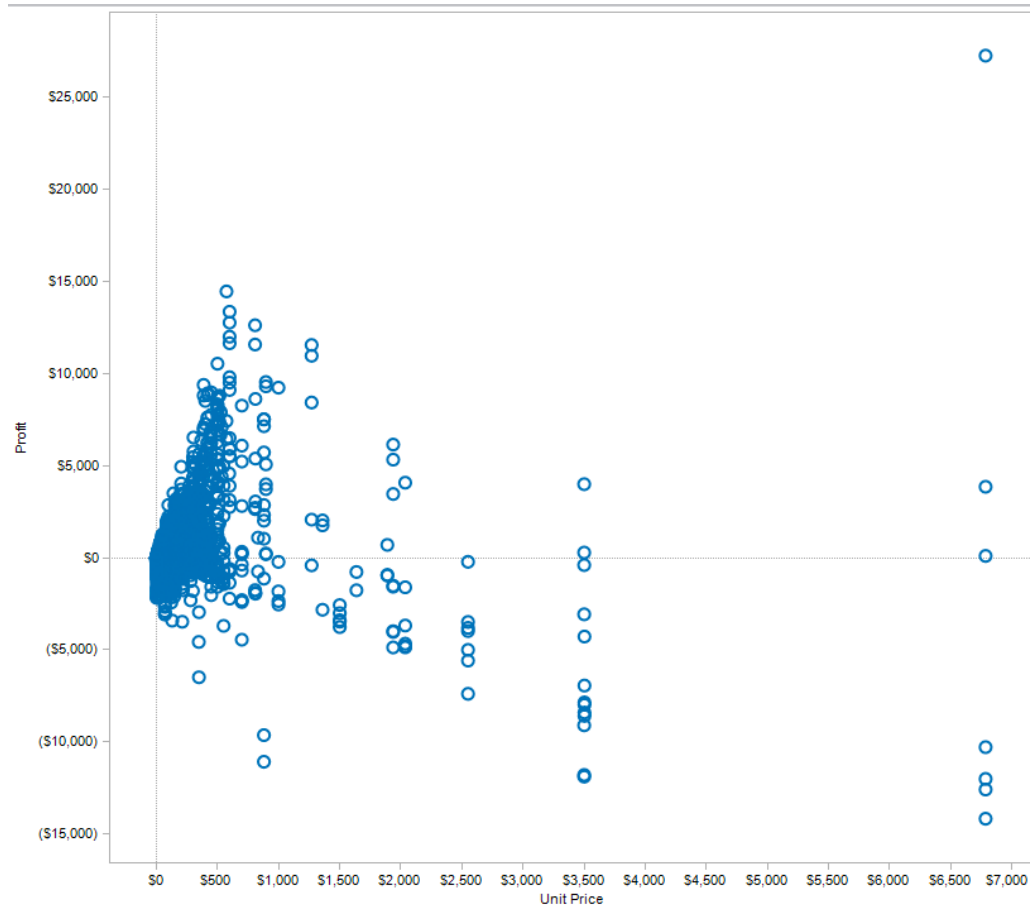
Bar Chart (cont'd)

- 
- ▶ Comment encoder une relation entre deux attributs catégoriels et une quantité ?
 - ▶ Par exemple, «ventes de produits par catégorie et segment d'utilisateurs» ?



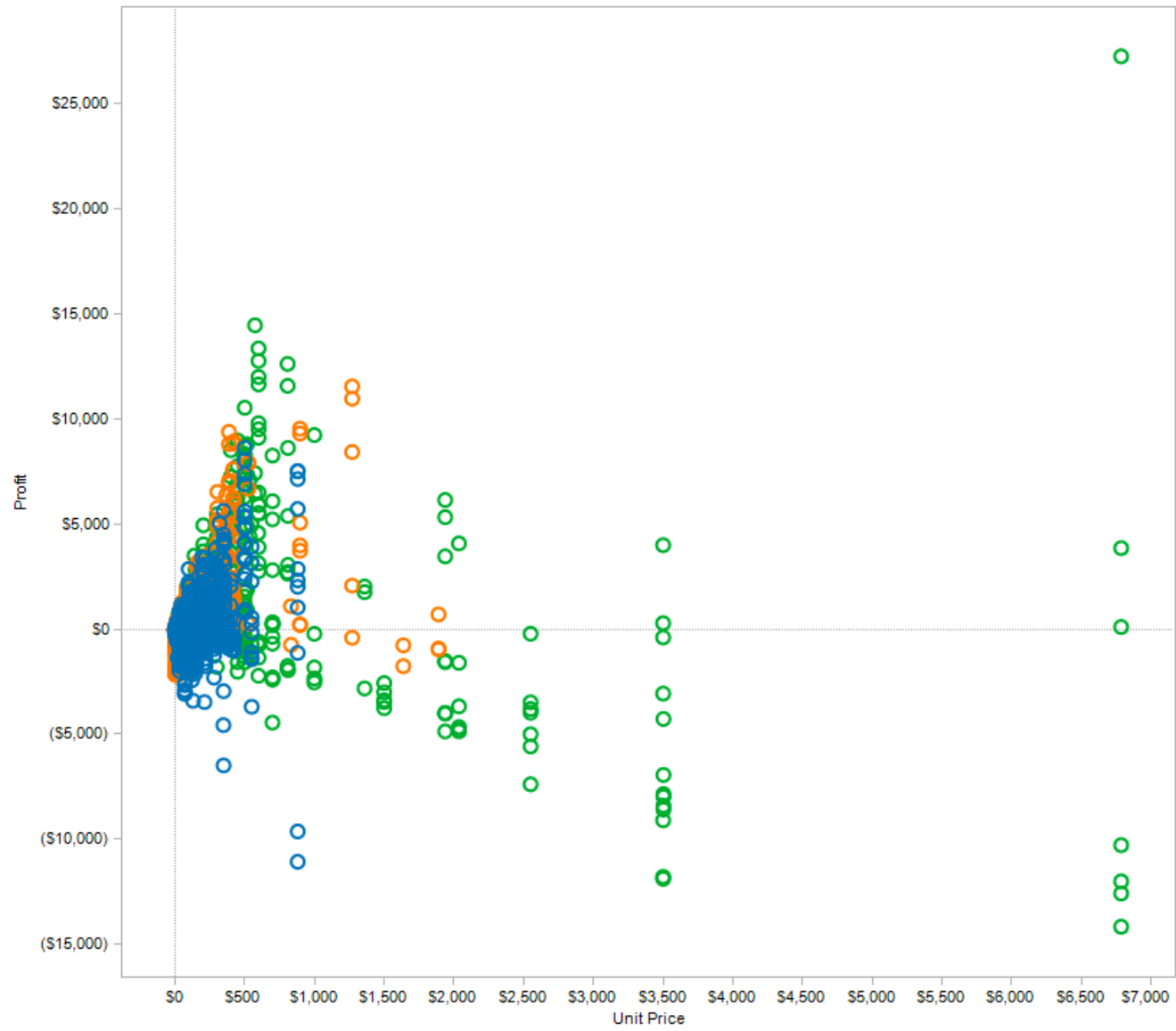
Stacked Bar Chart & Grouped Bar Chart

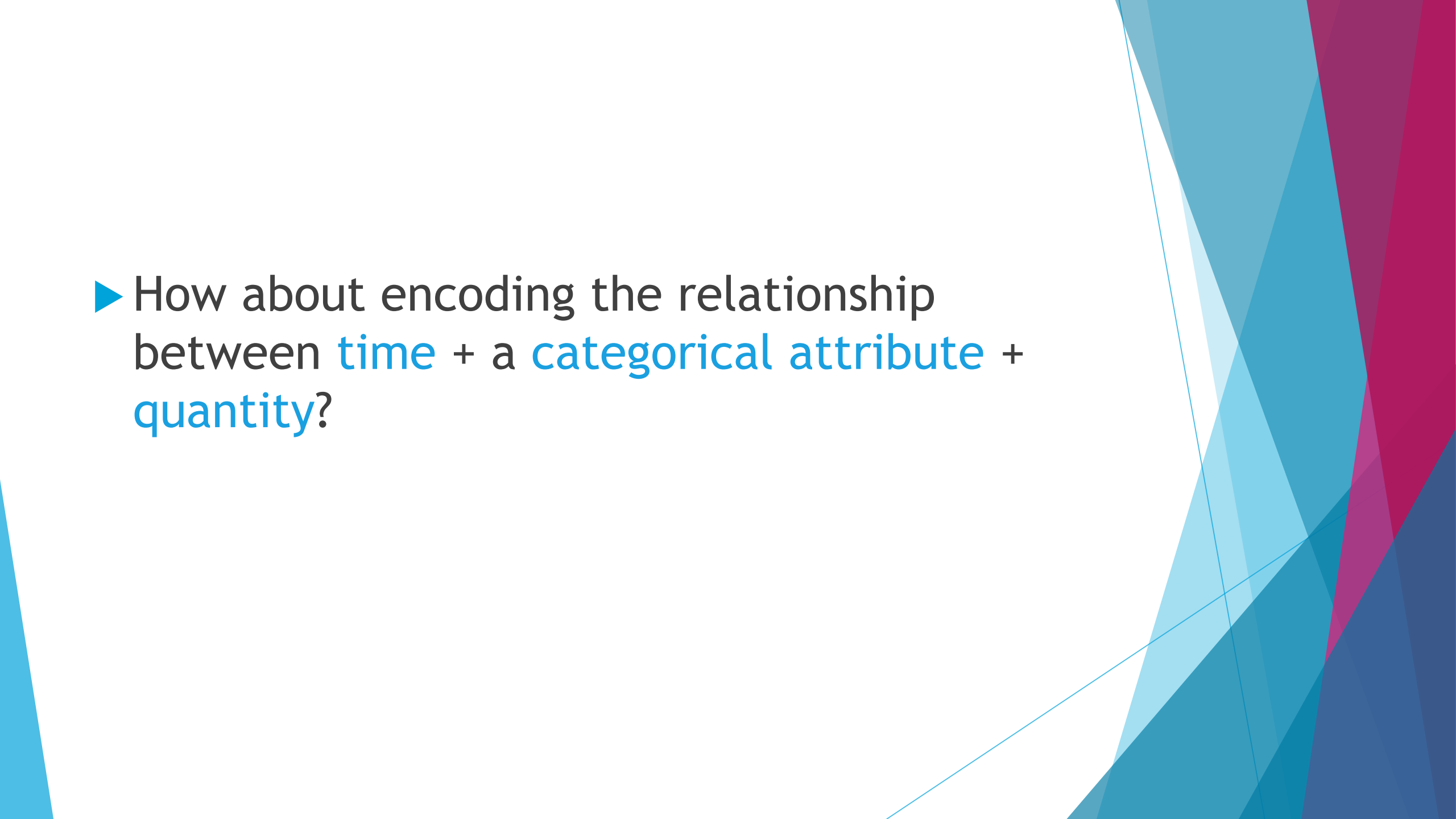
- 
- ▶ Comment encoder une relation entre deux quantités ?
 - ▶ Par exemple, «relation entre le prix d'un produit et sa rentabilité» ?

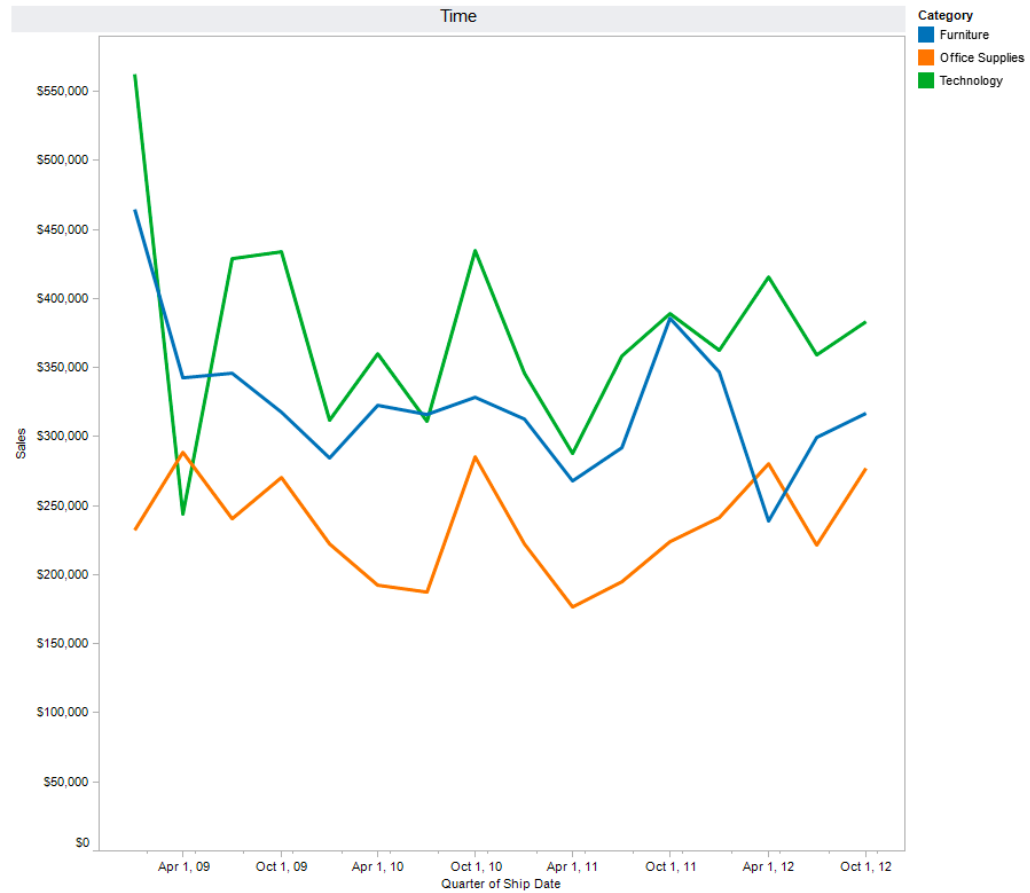


Scatter plot

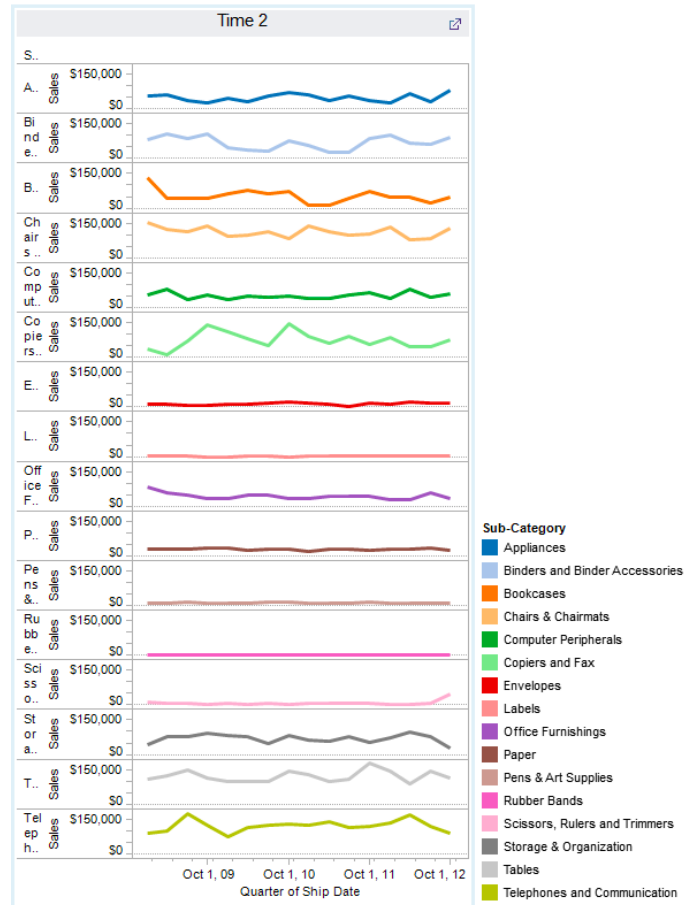
- ▶ Comment encoder une relation entre deux quantités et un attribut catégoriel ?



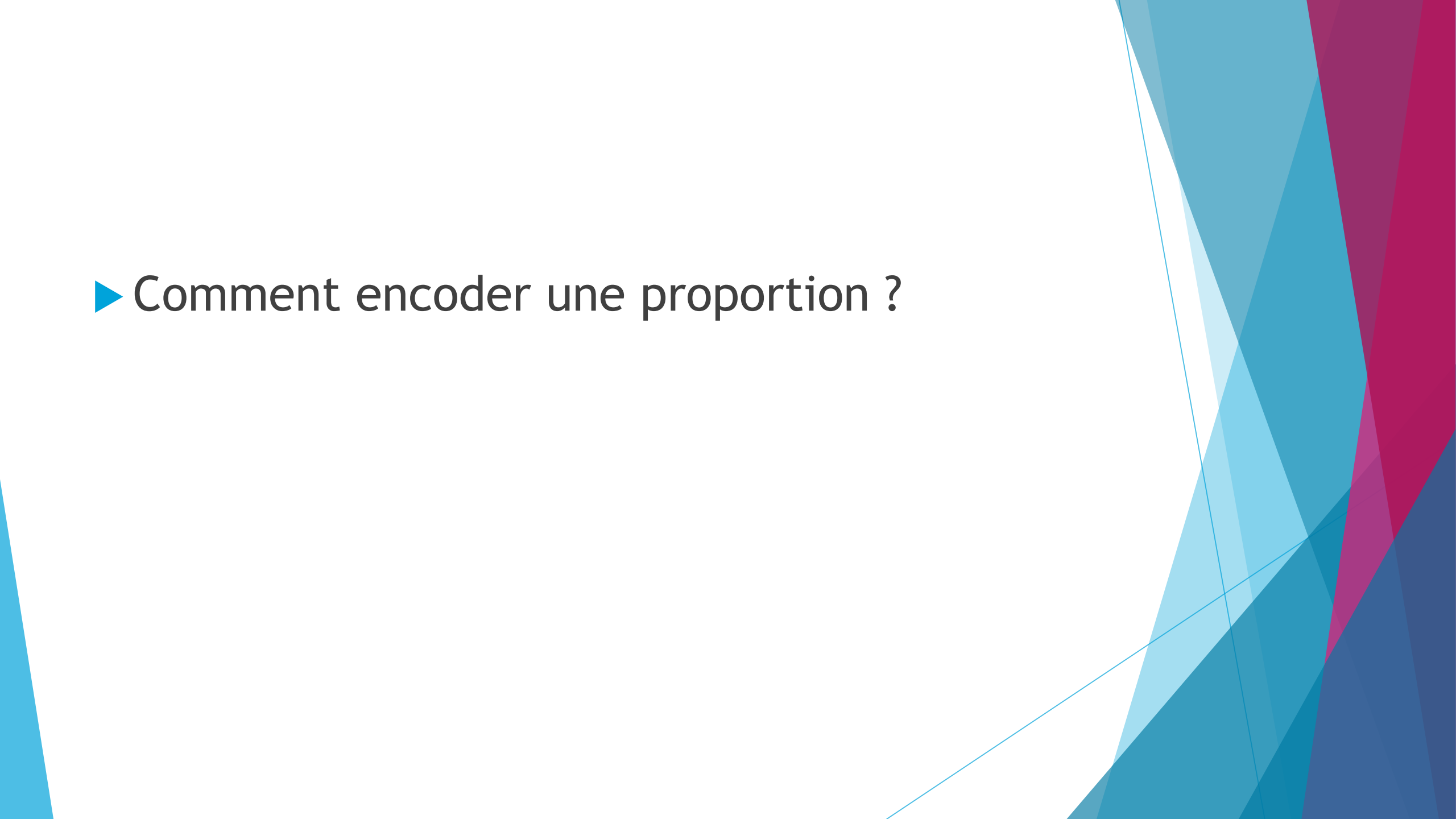
- 
- ▶ How about encoding the relationship between **time** + a **categorical attribute** + **quantity**?



Line Charts



Small Multiples

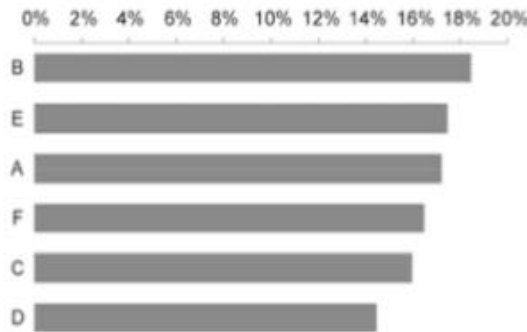
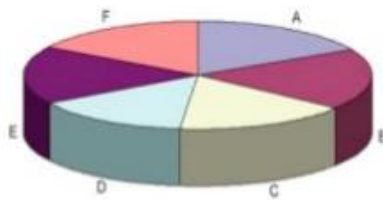


► Comment encoder une proportion ?

Pie Charts

What about pie charts?

WE



"Save the pies for dessert" (Stephen Few)

- ▶ Attention : les Pie Charts sont presque toujours moins lisibles que les Bar Charts.
- ▶ Elles peuvent être utiles si vous voulez insister sur la proportionnalité d'un élément par rapport à un ensemble
- ▶ Elles peuvent également faciliter la comparaison de deux éléments agrégés face à un troisième



Source: Stephen Few

Limitations

- ▶ Les graphiques de base sont efficaces dans bien des situations.
 - ▶ Ils sont familiers,
 - ▶ Ils sont faciles à comprendre,
 - ▶ Ils sont faciles à produire.
- ▶ En revanche, certaines limitations peuvent se ressentir
 - ▶ Absence de support pour des données multidimensionnelles (plus de 3 dimensions)
 - ▶ Absence de support pour des données relationnelles
 - ▶ ...

Tour d'horizon

Quelques exemples plus atypiques

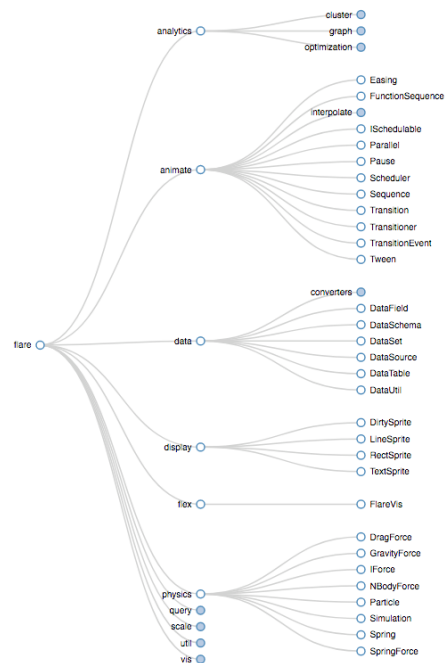
Parenté

- ▶ Spécifications du problème
 - ▶ Données de type “objets” et “liens”
 - ▶ Un objet ne peut avoir qu’un seul parent
 - ▶ Un parent peut avoir plusieurs enfants
 - ▶ On veut...
 - ▶ ... comparer des branches (groupes d’objets)
 - ▶ ... localiser des éléments précis
 - ▶ Comment y arriver ?
 - ▶ Les différents types d’arbres peuvent vous aider

Parenté : quelques arbres

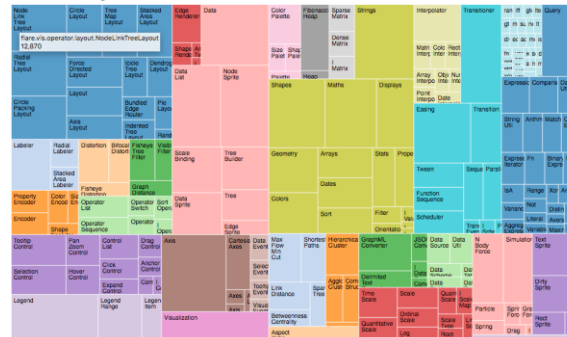
► Arbre traditionnel

► <https://bl.ocks.org/mbostock/4339083>



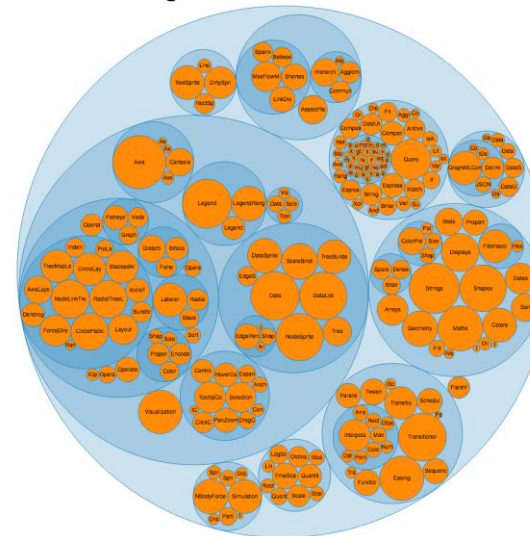
► Treemap

► <https://bl.ocks.org/mbostock/4063582>



► Circle-packing

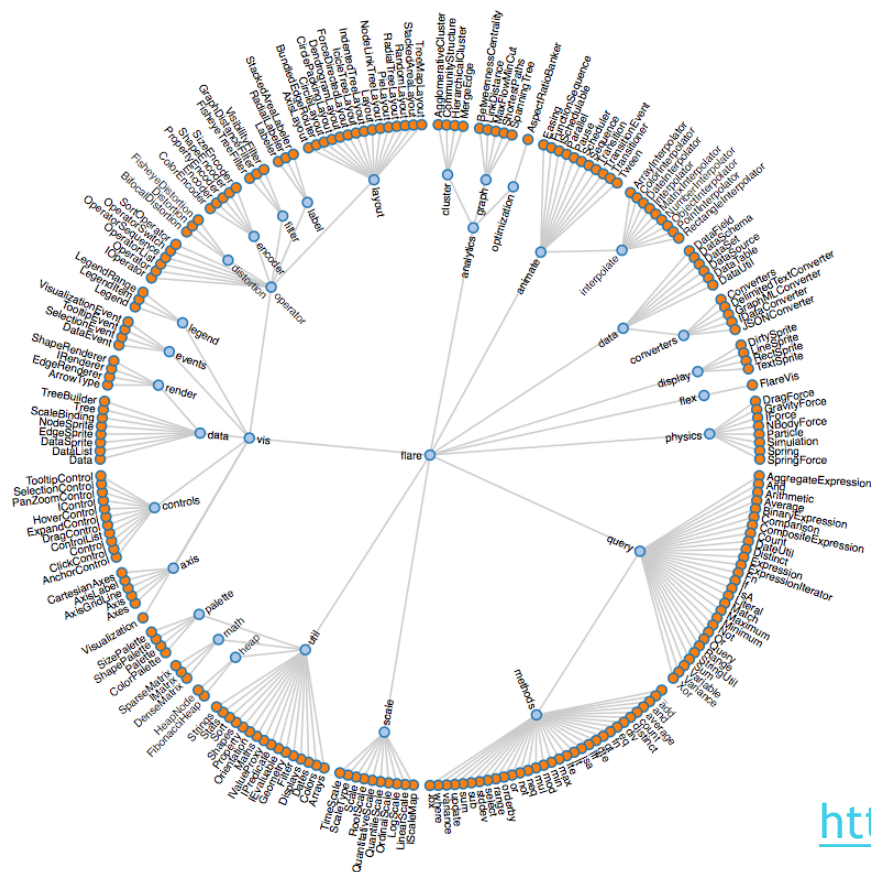
► <https://bl.ocks.org/mbostock/4063530>



Regroupement

- ▶ Spécifications du problème
 - ▶ Données de type “objets” et «attributs»
 - ▶ Les objets doivent être regroupés en fonction de la similitude des attributs
 - ▶ On veut...
 - ▶ ... regrouper les objets semblables
 - ▶ ... créer des clusters
 - ▶ Comment y arriver ?
 - ▶ Dendrogrammes

Regroupement (cont'd)



Dendrogram

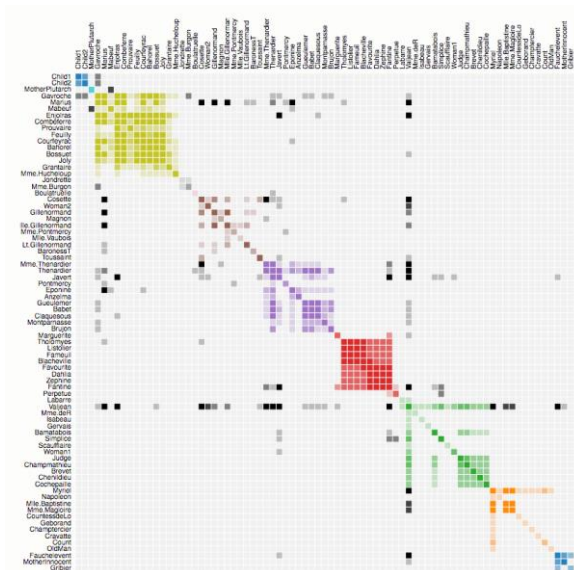
<https://bl.ocks.org/mbostock/4339607>

Lien

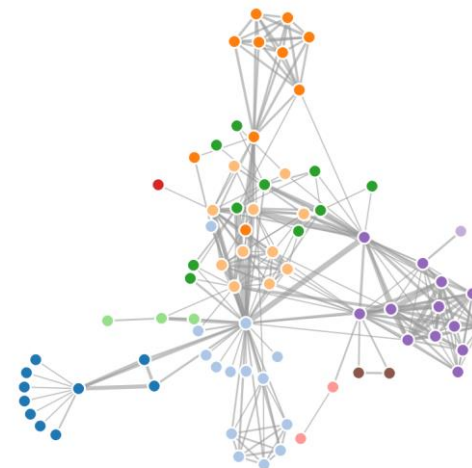
- ▶ Spécifications du problème
 - ▶ Données de type “objets” et “liens”
 - ▶ Un objet peut avoir des connexions avec plusieurs autres objets
 - ▶ Cycle possible entre les objets
 - ▶ On veut...
 - ▶ ... comparer les groupes d’objets les plus importants
 - ▶ ... localiser des éléments précis au sein de ces groupes
 - ▶ Comment y arriver ?
 - ▶ Les graphes

Lien (cont'd)

- ▶ Matrice
- ▶ <https://bost.ocks.org/mike/miserables/>



- ▶ «Force-Directed»
- ▶ <https://bl.ocks.org/mbostock/4062045>

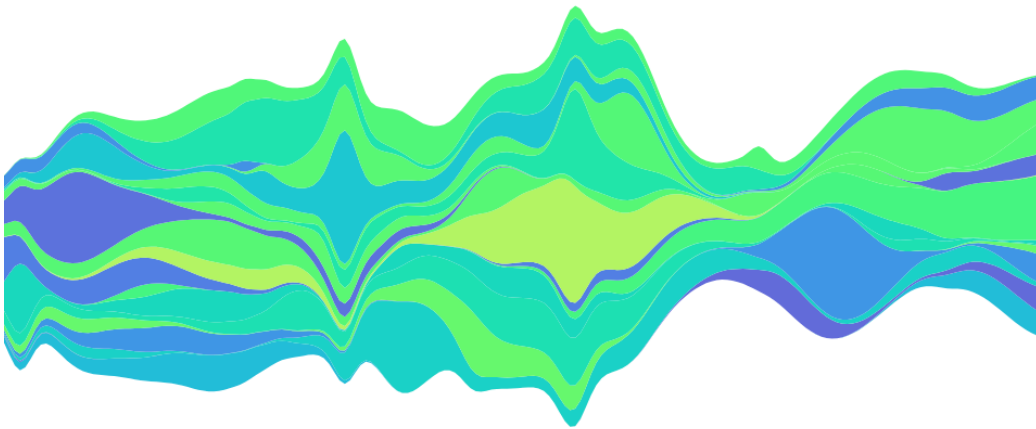


Flux et magnitude

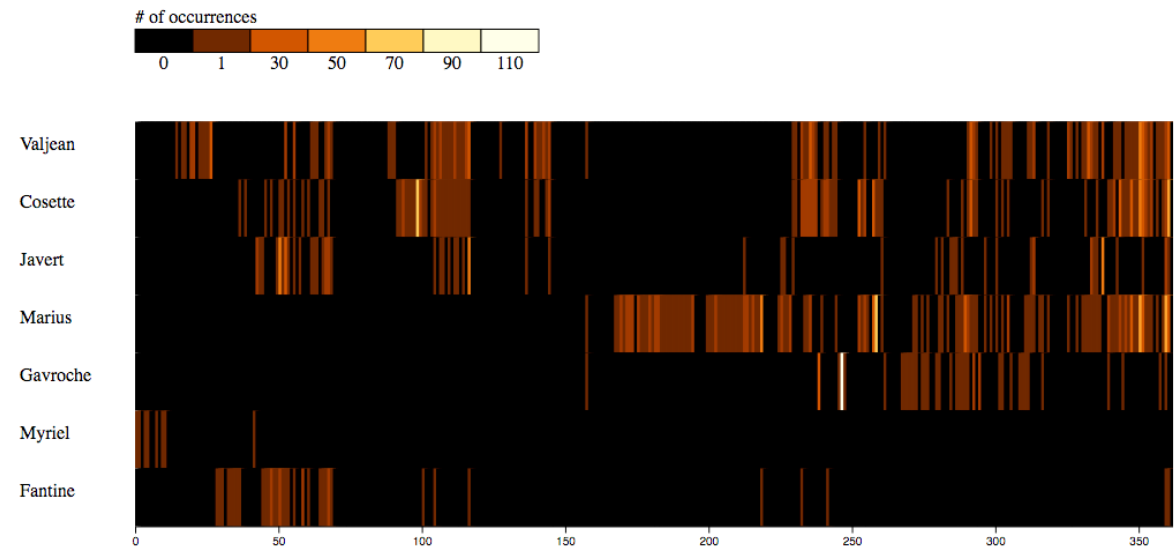
- ▶ Spécifications du problème
 - ▶ Des objets, une dimension temporelle et une magnitude
 - ▶ Chaque objet dispose d'une magnitude pour chaque étape de la dimension temporelle
 - ▶ On veut...
 - ▶ ... observer la distribution globale
 - ▶ ... voir les similitudes et les dépendances
 - ▶ Comment y arriver ?
 - ▶ Heatmap, Streamgraph

Flux et magnitude (cont'd)

- ▶ Streamgraph
- ▶ <https://bl.ocks.org/mbostock/4060954>



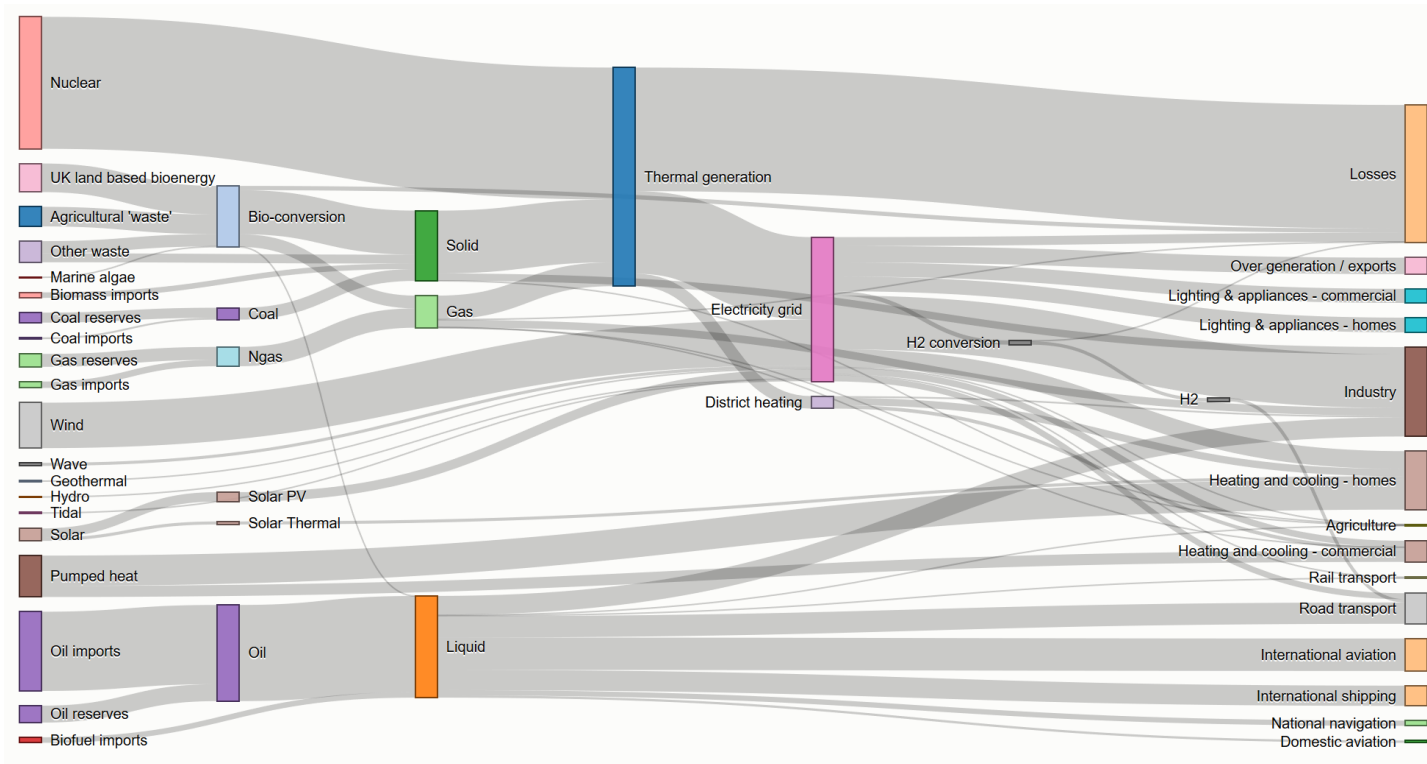
- ▶ Heatmap
- ▶ <https://bl.ocks.org/Bl3f/cdb5ad854b376765fa99>



Flux et «filtres»

- ▶ Spécifications du problème
 - ▶ Un flux, des étapes et des «filtres»
 - ▶ Le flux se divise selon plusieurs filtres au cours de ses différentes étapes
 - ▶ On veut...
 - ▶ ... trouver les filtres les plus importants
 - ▶ ... tracer comprendre la provenance du flux d'un filtre à la fin des étapes
 - ▶ Comment y arriver ?
 - ▶ Sankey diagram

Flux et «filtres» (cont'd)



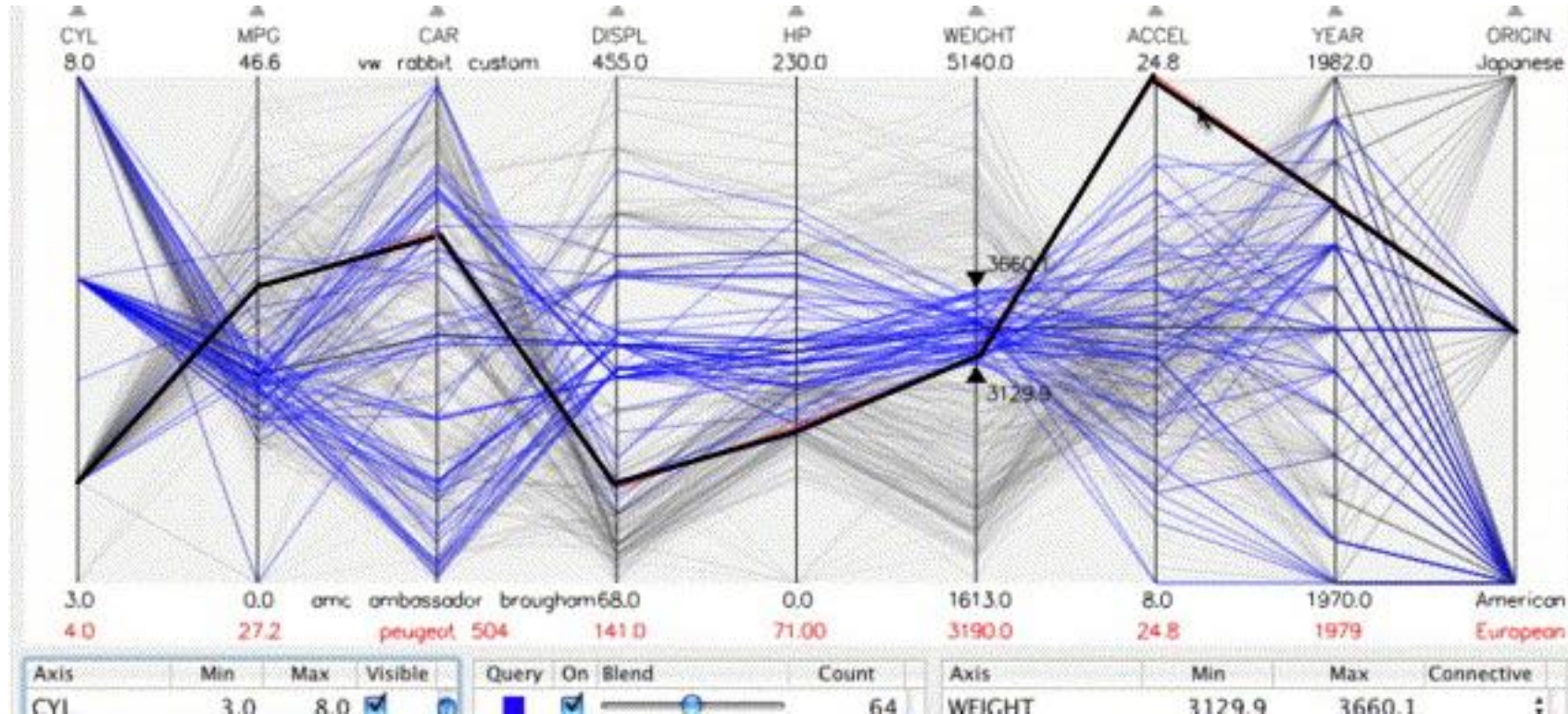
Sankey Diagram

<https://bost.ocks.org/mike/sankey/>

Grand nombre d'attributs

- ▶ Spécifications du problème
 - ▶ Des objets, déclinés en de nombreux attributs
 - ▶ Chaque objet dispose d'attributs variés (catégoriels, ordinaux, quantifiables, etc...)
 - ▶ On veut...
 - ▶ ... trouver les combinaisons d'attributs qui correspondent à un ensemble d'attributs prédéterminé
 - ▶ Comment y arriver ?
 - ▶ Parallel Coordinates

Grand nombre d'attributs (cont'd)



Parallel Coordinates

<https://bl.ocks.org/jasondavies/1341281>

Origin-Destination

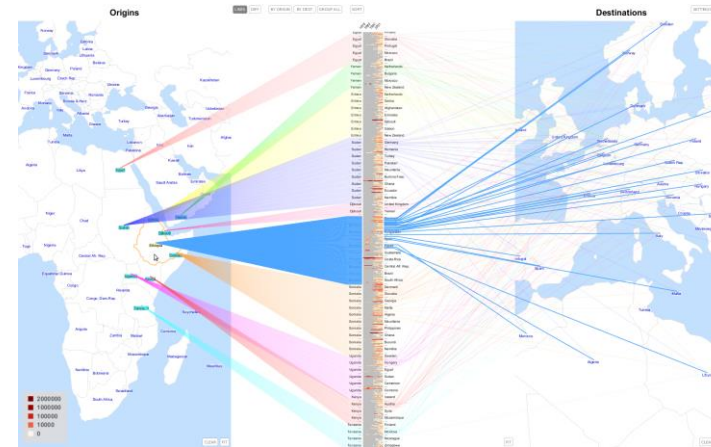
- ▶ Spécifications du problème
 - ▶ Des flux, des objets géospatiaux. Dimension temporelle possible
 - ▶ Chaque objet dispose d'attributs variés (catégoriels, ordinaux, quantifiables, etc...)
 - ▶ On veut...
 - ▶ ... trouver les combinaisons d'attributs qui correspondent à un ensemble d'attributs prédéterminé
 - ▶ Comment y arriver ?
 - ▶ OD-Map, Flowstrates

Origin-Destination

- ▶ OD-Map*
- ▶ <http://www.staff.city.ac.uk/~jwo/datavis/cuso2017/migration/>

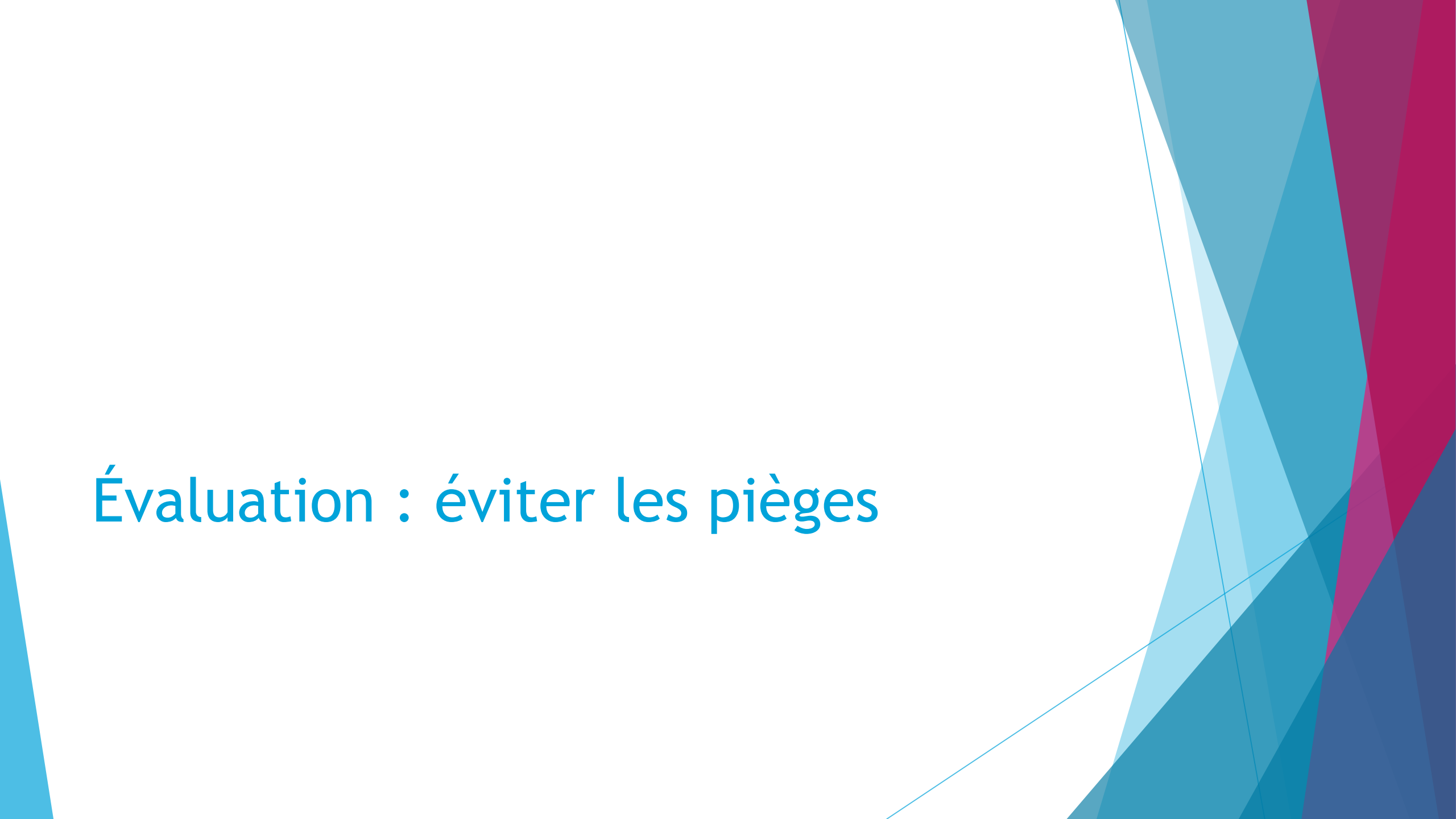


- ▶ Flowstrates**
- ▶ <http://human-ist.unifr.ch/flowstrates-approach-visual-exploration-temporal-origin-destination-data>



* L'implémentation n'a pas été réalisée en D3

** Il n'existe actuellement pas d'implémentation de Flowstrates pour le web



Évaluation : éviter les pièges

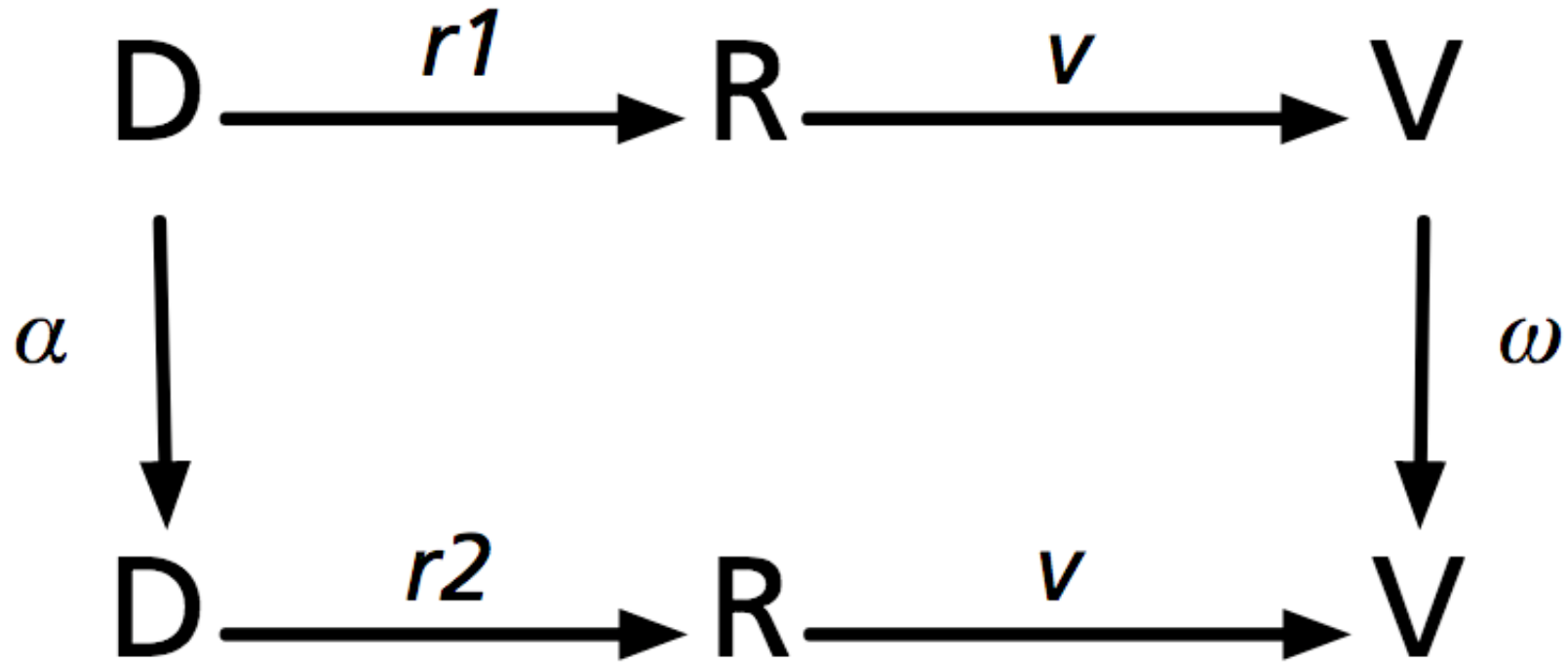
Évaluation

- ▶ Difficile d'évaluer des visualisations
 - ▶ Certain(e)s calculent leurs performances
 - Tel ou tel algorithme est x fois plus rapide qu'un autre
 - ▶ Objectif et relativement facile à faire
 - ▶ Ne prouve pas l'efficacité réelle de la visualisation
 - ▶ D'autres tentent d'évaluer les «résultats» d'une visualisation
 - Quelles sont les observations acquises via la visualisation ?
 - ▶ S'intéresse aux gains de la visualisation
 - ▶ Difficile d'être objectif, aucun «Ground Truth»
- ▶ On justifie généralement les choix de design en se référant à une méthodologie communément acceptée

Évaluation (cont'd)

- ▶ Pour ce cours :
 - ▶ Vous pouvez justifier vos choix de design grâce à la méthodologie de la Prof. Tamara Munzner [Munzner, 2014]
 - ▶ Vous pouvez également mentionner les travaux du Prof. Gordon Kindlmann et de Carlos Scheidegger [Kindlmann et al., 2014]
- ▶ Selon ces derniers, les données et l'encodage choisis doivent toujours déboucher sur une visualisation adéquate, en respectant trois principes représentés de manière algébrique :
 - ▶ Principe de **correspondance visuel-données** (Visual-Data Correspondence)
 - ▶ Éliminer les risques de «**jumbler**»
 - ▶ Principe de **représentation non ambiguë** (Unambiguous Data Depiction)
 - ▶ Éliminer les risques de «**confusers**»
 - ▶ Principe d'**invariance de représentation** (Representation Invariance)
 - ▶ Éliminer les risques de «**hallucinators**»

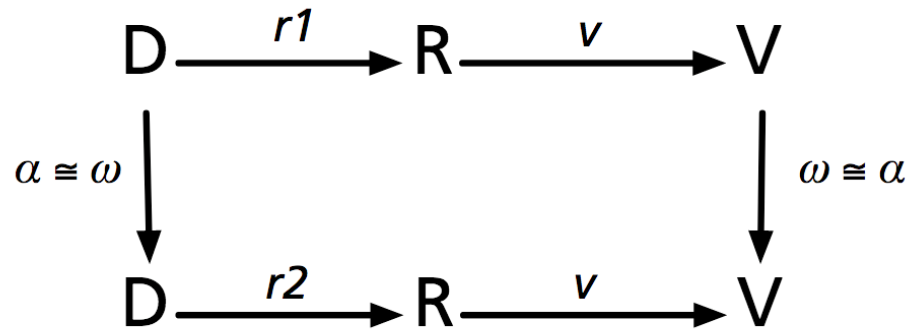
Algèbre de la visualisation



[Wood, 2017]

Correspondance visuel-données

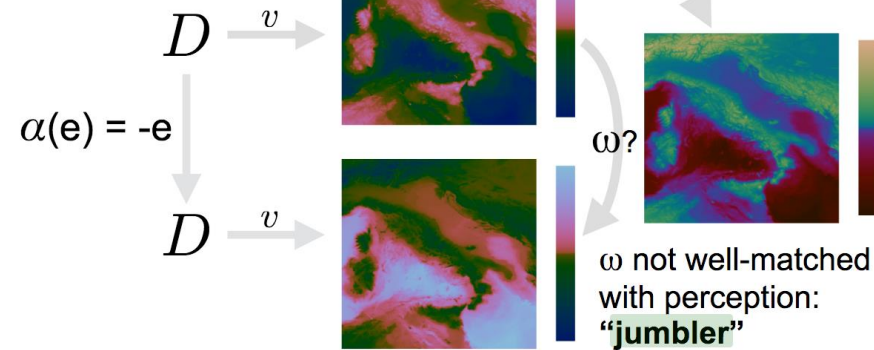
- ▶ Les attributs importants des données doivent être encodés de manière significative, en respectant les critères suivants :
 - ▶ **Congruence** : la représentation visuelle (externe) suggère une structure mentale (interne) adéquate à l'utilisateur.
 - ▶ **Efficacité** : les attributs importants sont représentés via des canaux et des marques faciles à interpréter.
 - ▶ «**Visual embedding**» : la visualisation préserve les distances des données
- ▶ Si ces critères ne sont pas respectés, vous obtenez un «**jumbler**» ou un «**misleader**»



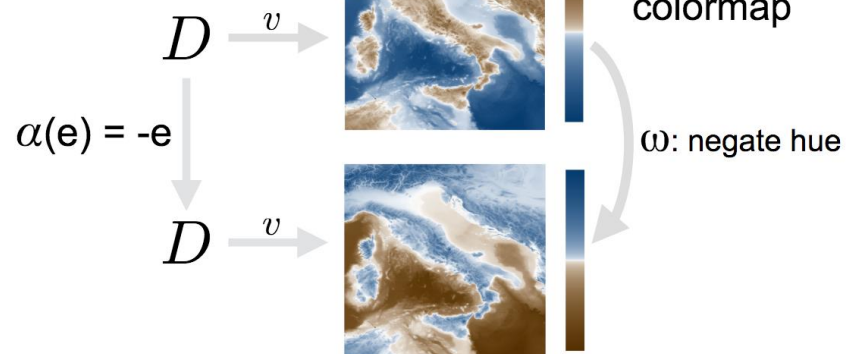
[Wood, 2017]

Correspondance visuel-données (cont'd)

Data: signed elevation
relative to sea level



Data: signed elevation
relative to sea level

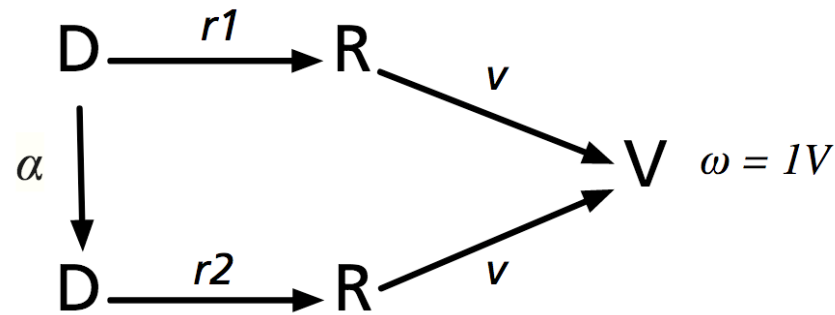


Utilisation d'une échelle de
couleurs inappropriées (en haut)
comparée à une échelle de
couleurs plus appropriées (en bas).

[Kindlmann et al., 2014]

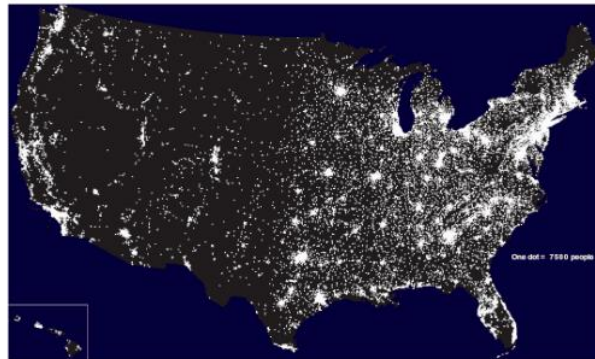
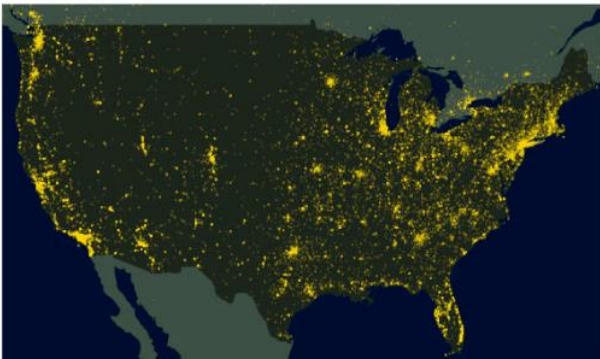
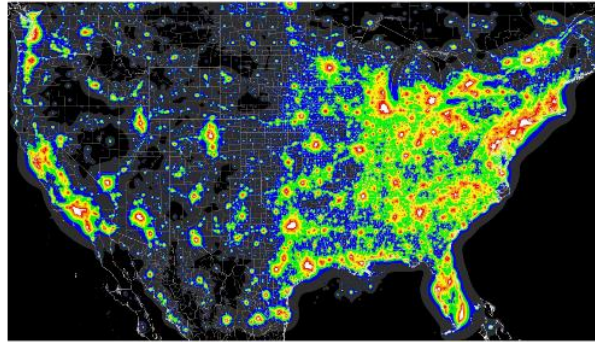
Représentation non ambiguë

- ▶ Les changements de données doivent donner lieu à un changement de visualisations, en respectant les critères suivants :
 - ▶ **Expressivité** : montrer tous les éléments des données
 - ▶ **Injectivité** : la visualisation préserve sa distinction pour permettre de la «lire»
- ▶ Si ces critères ne sont pas respectés, vous risquez d'obtenir un «**confuser**».



[Wood, 2017]

Représentation non ambiguë



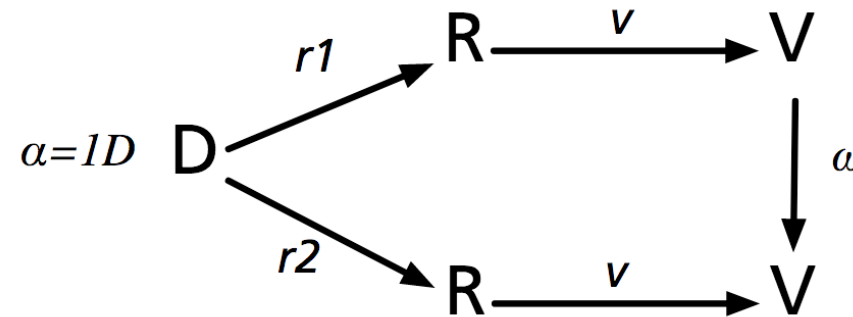
Données et encodage différent sur quatre visualisations. Les quatre visualisations semblent donner les mêmes informations.

Il s'agit d'un «**confuser**».

[Wood, 2017]

Correspondance visuel-données (cont'd)

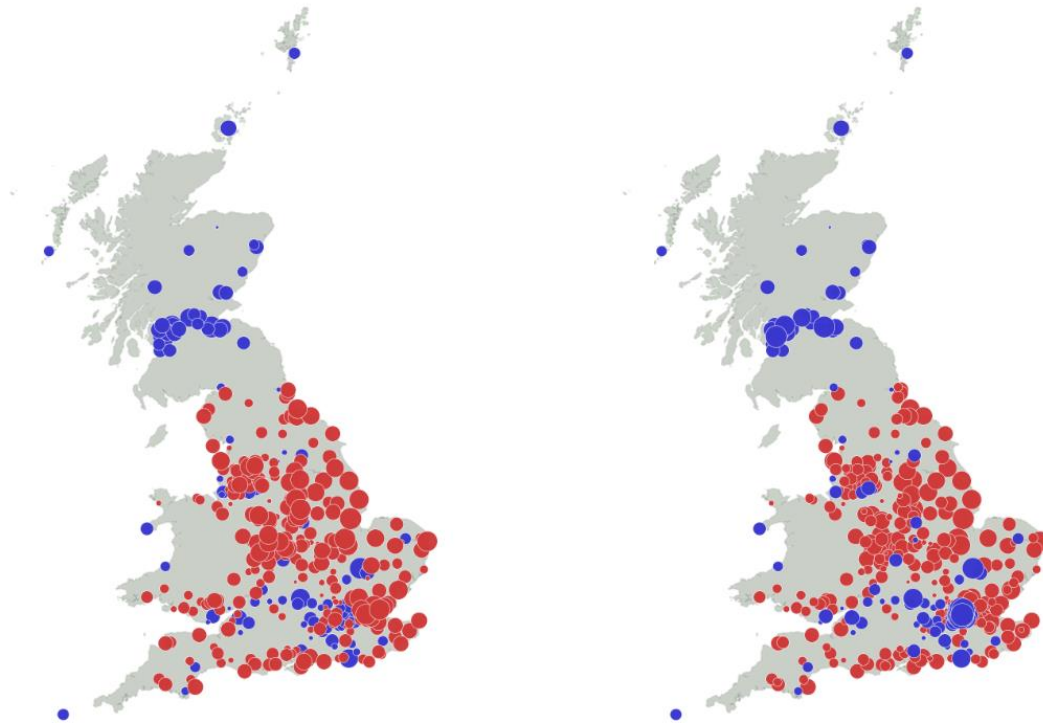
- ▶ Les mêmes données et le même encodage doivent déboucher sur la même visualisation.
- ▶ Si des changements sont perceptibles, il s'agit d'un «**hallucinator**»



[Wood, 2017]

Correspondance visuel-données (cont'd)

EU Referendum results: selected local authority regions



[Wood, 2017]

À gauche, on dessine d'abord les points bleus, puis les points rouges. À droite, l'inverse. La proportion semble donc différente.

Il s'agit d'un «hallucinator»

Bonus : quelques mauvais exemples

La galerie des horreurs

Qui est en tête ?



#1

Donald
Trump

69 ans

Magnat de l'immobilier



#2 ex-æquo

Ted Cruz

45 ans

Sénateur du Texas



#2 ex-æquo

Marco
Rubio

44 ans

Sénateur de
Floride

- ▶ Quel est le message principal ?
 - ▶ Entre Rubio et Cruz, qui est en tête ?
 - ▶ À quel point Trump est-il en avance ?
- ▶ Pourquoi cette visualisation fonctionne-t-elle à peine ?

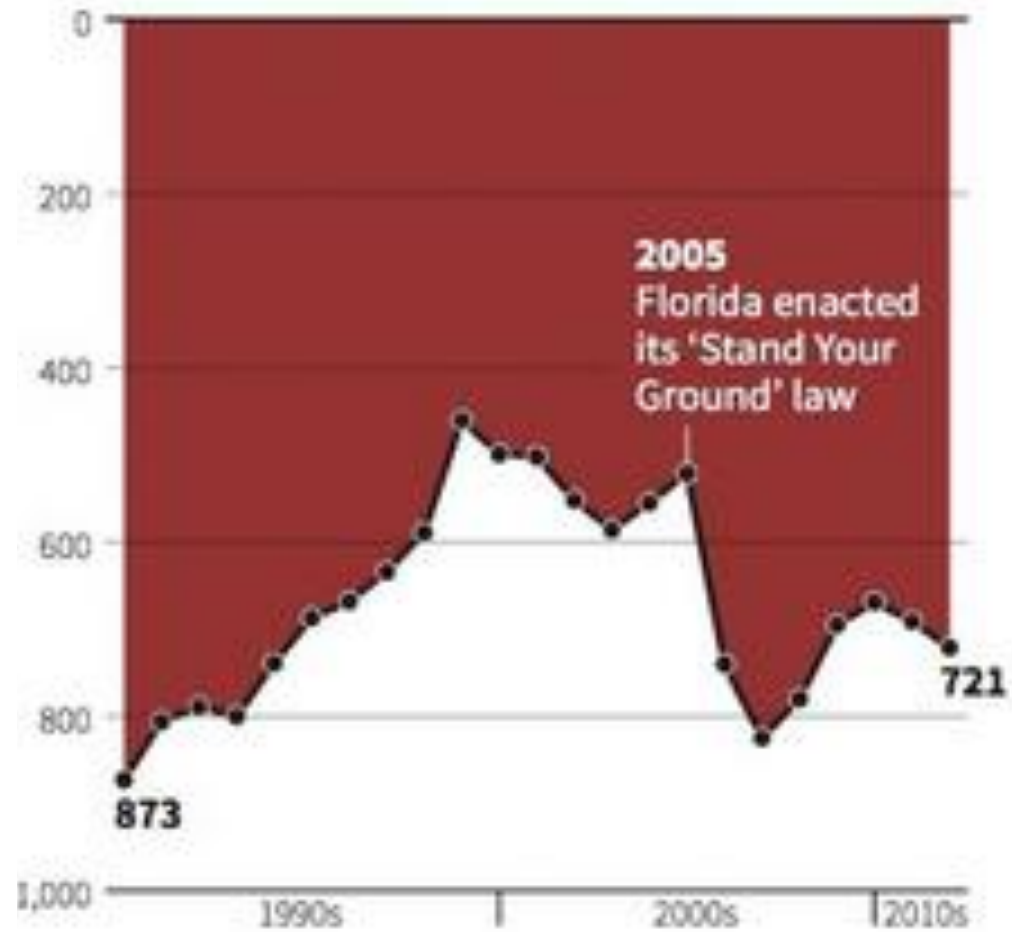
La consommation énergétique totale a diminué de 2.3% par rapport à 2013.



Gun deaths in Florida

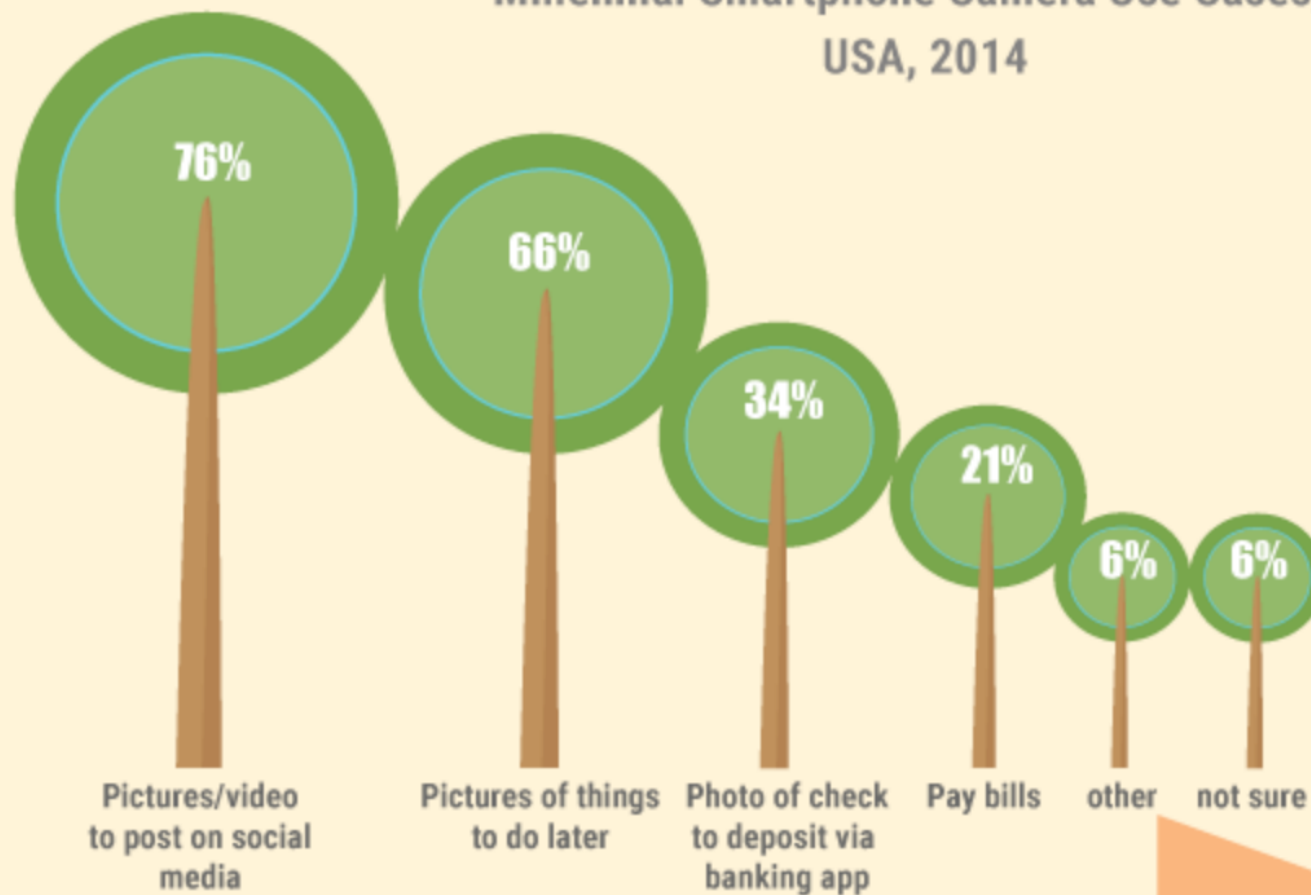
(a)

Number of murders committed using firearms



Source: Florida Department of Law Enforcement

Millennial Smartphone Camera Use Cases, USA, 2014



**for what things do you use your
smartphone camera?**

...de la sur-
...notamment les
plus petites d'entre elles.

LES BESOINS EN ASSISTANCE SOCIALE DIMINUERAIENT



VRAI À 50%. «Intuitivement,
le lien est évident. Mais il

Encore quelques exemples ?

► Une adresse intéressante :

<http://viz.wtf/>

Références

- Card, S. K., Mackinlay, J. D., & Shneiderman, B. (Eds.). (1999). *Readings in information visualization: using vision to think*. Morgan Kaufmann.
- Few, S., & Edge, P. (2007). Save the pies for dessert. *Visual Business Intelligence Newsletter*, 1-14.
- Kindlmann, G., & Scheidegger, C. (2014). An algebraic process for visualization design. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 20(12), 2181-2190.
- Munzner, T., 2014. Visualization analysis and design. CRC Press.
- Wood, J., 2017.
<http://www.staff.city.ac.uk/~jwo/datavis/cuso2017/IntroSpatioTemporalDesign.pdf>