Visualisation d’informations

Quoi ? Pourquoi ?

Comment ? Encoder

Arnaud Sallaberry

arnaud.sallaberry@univ-montp3.fr

Plan

- **Introduction**
- Quoi ?
- Pourquoi ?
- Comment ? Encoder
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - Géométrie
- Conclusion

Introduction
Définition

Système de visualisation:

- Application informatique,
- Regroupe une ou plusieurs représentation(s) visuelle(s),
- Jeux de données,
- Conçu pour aider à accomplir des tâches de façon efficace (temps, exactitude)

Utilisé pour **automatiser** la génération de diagrammes :

- Présentation de résultats connus
- Analyse et une exploration des données

Introduction

Exemple de tâche

- Quelle est la note la plus élevée ?

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Introduction

Exemple de tâche

- Quelle est la note la plus élevée ?

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Introduction

Exemple de tâche

- Quelle est la note la plus élevée ?

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Introduction

Conception

- Sujets d'étude :
  - Comment créer (projection des données sur l'écran) ?
  - Comment interagir (modification interactive des données et des modes de projection) ?

- Espace conceptuel :
  - Vaste
  - La plupart des possibilités sont inefficaces pour une tâche donnée
  - Compromis
  - Besoin de validation

Introduction

Exemple

- Quelle est la note la plus élevée ?
- Quelle est la note médiane ?

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Introduction

Exemple

- Quelle est la note la plus élevée ?
- Quelle est la note médiane ?

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Introduction

Exemple

- Quelle est la note la plus élevée ?
- Quelle est la note médiane ?
- Quelle est la note minimale, le premier quartile, le troisième quartile, … ?

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Introduction

Exemple

- Quelle est la note la plus élevée ?
- Quelle est la note médiane ?
- Quelle est la note minimale, le premier quartile, le troisième quartile, … ?

Notes

13,36	4,28	4,30	2,28
8,81	17,87	14,42	19,00
9,61	4,19	0,65	19,51
2,50	5,03	7,55	3,79
7,03	19,97	2,54	9,49
0,72	7,81	0,90	14,55
10,71	8,61	12,17	0,24
11,73	5,48	0,26	9,47
10,11	10,61	13,87	4,94
10,58	3,69	8,15	5,12

Maximum
Troisième quartile
Médiane
Premier Quartile
Minimum

Introduction
Ressources

Limites des différentes ressources :

- **Ordinateurs** (temps de calcul, espace mémoire)
- **Humains** (perception, capacités cognitives)
- **Ecran** (résolution de l’écran)

Introduction
L'utilisateur final

- Il est au centre de la conception

- **Visualisation** utilisée quand :
  - On ne sait pas exactement ce que l'on recherche
  - On se pose beaucoup de questions sans savoir quelles réponses seront utiles à l'analyse

    => *On a besoin d'un jugement humain*

- Sinon, utiliser une méthode automatique (statistique, apprentissage, fouille…)

Introduction

Concevoir

- La visualisation d'informations est une science jeune
- Il n'existe pas de « recette miracle »
- Idée :
  - Connaitre les visualisations existantes
  - Savoir les utiliser et les combiner

Introduction

3 questions de conception

Quoi ? Données

Qu'elles sont les données à visualiser ?

Pourquoi ? Tâches

Pourquoi les utilisateurs ont besoin de visualiser ?

Comment ? Idiomes

Comment visualiser ces données ?

Introduction
Objectifs de l'enseignement

- Cours/TD (4h + 5h + environ 45 minutes lors de l'examen final)
  - Connaître les différentes approches utilisées en visualisation
  - Etre capable de proposer un outil répondant à un besoin
  - Savoir évaluer un outil
    - Evaluation : sur table lors de l'examen final
- TP R (6h)
  - Savoir utiliser les visualisations disponible sous R
    - Evaluation : rendus à la fin de séances de TP
- TP D3/Leaflet (6h + environ 45 minutes lors de l'examen final)
  - Etre capable de créer une nouvelle visualisation à partir de bibliothèques graphiques
    - Evaluation : sur machine lors de l'examen final
- Programmation graphique (12h + environ 30 minutes lors de l'examen final)
    - Evaluation : rendus à la fin de séances de TP et sur table lors de l'examen final

Plan

- Introduction
- **Quoi ?**
- Pourquoi ?
- Comment ? (Encoder)
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - Géométrie
- Conclusion

Quoi ?

Quoi ? **Données**

Qu'elles sont les données à visualiser ?

Pourquoi ? **Tâches**

Pourquoi les utilisateurs ont besoin de visualiser ?

Comment ? **Idiomes**

Comment visualiser ces données ?

Quoi ?

Pour concevoir une visualisation, on a besoin de connaître deux aspects des données :

- **Sémantique :**
  - Ce que les données représentent dans la vrai monde

    Un mot représente-t-il le nom d'une personne, un acronyme, une ville ou un fruit ?

    Un nombre représente-t-il un âge, un jour, une longueur, un code ou une position ?

- **Type :**
  - Interprétation structurelle ou mathématique : item, lien, attribut…
  - Comment les types de données sont combinés dans un jeu de données ?

    Tables, Hiérarchies, Graphes
  - Quels types d'opérations sont disponibles sur les attributs ?

    Faire la moyenne de codes postaux, mêmes si ce sont des nombres, n'a pas de sens (attribut catégoriel, non quantitatif)

Quoi ?

Pour concevoir une visualisation, on a besoin de connaître deux aspects des données :

- **Sémantique :**
  - Ce que les données représentent dans la vrai monde

    Un mot représente-t-il le nom d'une personne, un acronyme, une ville ou un fruit ?

    Un nombre représente-t-il un âge, un jour, une longueur, un code ou une position ?

- **Type :**
  - Interprétation structurelle ou mathématique : item, lien, attribut…
  - Comment les types de données sont combinés dans un jeu de données ?

    Tables, Hiérarchies, Graphes
  - Quels types d'opérations sont disponibles sur les attributs ?

    Faire la moyenne de codes postaux, mêmes si ce sont des nombres, n'a pas de sens (attribut catégoriel, non quantitatif)

Quoi ?
Types de jeux de données

- **Jeu de données :** ensemble de données sur lequel porte l'analyse
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - Géométrie

Quoi ?

Types de jeux de données : Tables

- **Item :**
  - Entité particulière de type discrète
    (ligne d'un tableau, sommet d'un graphe)
  - *Personnes, actions, gènes, villes, magasins...*

- **Attribut :**
  - Propriété observée, calculée ou enregistrée
  - Synonymes : variable, dimension
  - *Salaire, prix, nombre de ventes….*

- **Table :** ensemble de lignes et de colonnes définissant des cellules
  - Les **lignes** représentent des items
  - Les **colonnes** représentent des attributs
  - Chaque **cellule** (i,j) contient la valeur de l'attribut j pour l'item i

- Possibilité d'ajouter d'autres dimensions

➔ Tables

➔ *Multidimensional Table*

Quoi ?

Types de jeux de données : Tables

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]	4-Not Specified	Small Pack	0.44	6/6/05
69	[illegible]	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

➔ Tables

➔ *Multidimensional Table*

➔ **Data and Dataset Types**

Tables	Networks & Trees	Fields	Geometry
Items	Items (nodes)	Grids	Items
Attributes	Links	Positions	Positions
	Attributes	Attributes	

Quoi ?

Types de jeux de données : Réseaux et arbres

Réseau ou **graphe** :

- Ensemble d'items : **nœuds** ou **sommets**
- Ensembles de relations entre ces items : **liens** ou **arêtes**
- *Exemple : réseau d'interaction de gènes*
  - *Nœuds : gènes*
  - *Liens : interaction entre deux gènes*

➔ Networks

➔ *Trees*

Réseau multivarié :

- Un ensemble d'attributs est associé aux items et/ou aux relations
- *Exemple : réseau social*
  - *Nœuds : personnes*
  - *Liens : amitiés entre les personnes*
  - *Attributs :*
    - *Nœuds : âge, sexe, taille, couleur des yeux…*
    - *Liens : durée de la relation, nombre de SMS échangés…*

Quoi ?

Types de jeux de données : Réseaux et arbres

Arbres : réseau muni d'une structure hiérarchique

- Les liens sont **orientés** (parent->enfant)
- Un nœud sans parent : la **racine**
- **Sans cycle :** chaque nœud a un seul parent direct

- Utile pour modéliser les hiérarchies :
  - *Organigramme d'une société*
  - *Dossiers d'un disque dur*

Quoi ?

Types de jeux de données : Champs

- Grille ou ensemble de grilles
- Chaque cellule contient une ou plusieurs **valeurs calculées** ou **mesurées** à partir d'un **domaine continu**
- *Courant (d'air ou d'eau), températures, densité de tissus cellulaires, niveau par rapport à la mer...*

Quoi ?

Types de jeux de données : Géométrie

- Ensemble d'**items** avec pour chacun d'entre eux :
  - Leur **forme**
  - Leur **position**

- Nombre de dimension des items :
  - 0 : **points**
  - 1 : **lignes/courbes**
  - 2 : **surfaces ou régions**
  - 3 : **volumes**

➔ Geometry (Spatial)

Quoi ?

Types de jeux de données : Géométrie

- Contient parfois une **structure hiérarchique**
  - *Items : France, régions, départements, communes*
  - *La France contient des régions qui contiennent des départements…*

➔ Geometry (Spatial)

Quoi ?
Types d'attributs

- **Attribut :**
  - Propriété observée, calculée ou enregistrée
  - Synonymes : variable, dimension
  - *Salaire, prix, nombre de ventes, température…*

Quoi ?

Types d'attributs

- Première distinction :
  - Données **catégorielles**
  - Données **ordonnées**

Quoi ?

Types d'attributs : Données catégorielles

- Pas d'ordre implicite
- *Patronyme, fruit, nom de ville…*
- Une seule opération implicite : égal ou différent

- Ordre peut cependant être calculé en utilisant :
  - Un ordre arbitraire : classer les patronymes par ordre alphabétique
  - Un autre attribut : classer les fruits par ordre de prix

Quoi ?

Types d'attributs : Données ordonnées

- Contient un ordre implicite
  - Données **ordinales**
    - Ne pas pas être traitée arithmétiquement
    - *Taille de vêtement, mention de diplôme…*
  - Données **quantitatives**
    - Permet un comparaison arithmétique
    - *Longueur, poids, température, prix, nombre de produits vendus…*

Quoi ?

Types d'attributs

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	0.72	7/17/07
32	7/16/07	2-High	Medium Box	0.6	7/18/07
32	7/16/07	2-High	Medium Box	0.65	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	1/20/05	5-Low	Wrap Bag	0.56	1/20/05
69	6/4/05	4-Not Specified	Small Pack	0.44	6/6/05
69	6/4/05	4-Not Spec		0.6	6/6/05
70	12/18/06	5-Low		0.59	12/23/06
70	12/18/06	5-Low		0.82	12/23/06
96	4/17/05	2-High		0.55	4/19/05
97	1/29/06	3-Medium		0.38	1/30/06
129	11/19/08	5-Low		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

quantitative
ordinal
categorical

Quoi ?

Types d'attributs

Dans ce cours	Ailleurs, parfois…
• Données catégorielles	• Variable qualitative
• Données ordonnées	– Variable catégorielle
– Données ordinales	– Variable ordinale
– Données quantitatives	• Variable quantitative

Raison : les données ordinales et quantitatives sont souvent représentées avec les mêmes variables visuelles (cf. cours de sémiologie graphique)

Quoi ?

Types d'attributs : Direction de l'ordre

- Ordre **séquentiel**
  - Échelle homogène entre un minimum et un maximum
  - *Relief sous-marins et Relief des terres pris séparément*

- Ordre **divergent**
  - Deux séquences pointant vers des directions opposées
  - 0 est le point commun
  - *Relief sous-marin et des terres, point commun : zéro hydrographique*

Quoi ?

Types d'attributs : Données Cycliques

- Les valeurs évoluent de manière cyclique

- Surtout en fonction du temps
  - *Traffic routier journalier*
  - *Evolution de bugets annuels*

What?

Datasets

Data Types

- Items
- Attributes
- Links
- Positions
- Grids

Data and Dataset Types

Tables	Networks & Trees	Fields	Geometry	Clusters, Sets, Lists
Items	Items (nodes)	Grids	Items	Items
Attributes	Links	Positions	Positions	
	Attributes	Attributes		

Dataset Types

- Tables

- Networks

- Fields (Continuous)

- *Multidimensional Table*

- *Trees*

- Geometry (Spatial)

Dataset Availability

- Static

- Dynamic

Attributes

Attribute Types

- Categorical

- Ordered
  - *Ordinal*

  - *Quantitative*

Ordering Direction

- Sequential

- Diverging

- Cyclic

Plan

- Introduction
- Quoi ?
- **Pourquoi ?**
- Comment ? (Encoder)
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - Géométrie
- Conclusion

Pourquoi

Quoi ? Données

Qu'elles sont les données à visualiser ?

Pourquoi ? Tâches

Pourquoi les utilisateurs ont besoin de visualiser ?

Comment ? Idiomes

Comment visualiser ces données ?

Pourquoi ?

- Comprendre les besoins des utilisateurs
- Transformer ces besoins en tâches abstraites (i.e. non spécifiques au domaine d'application)
- Tâche abstraites exprimées dans le vocabulaire de la visualisation d'informations

- *Exemple :*
  - Utilisateur : « j'ai une carte du réseau routier et je dois trouver le chemin qui me permet d'aller le plus rapidement de la ville A à la ville B »
  - Tâche abstraite : rechercher le plus court chemin dans un graphe multivarié

Pourquoi ?

- Intérêt :
  - Tâche abstraite plus générique
  - Permet de faciliter l'accès aux différentes solutions proposées dans les différents domaines d'application
  - Permet de diffuser le résultat

- *Exemple :*
  - Tâche abstraite : rechercher le plus court chemin dans un graphe
  - Problème d'algorithmique et de visualisation de graphes
  - Autre domaine d'application : analyse de réseaux sociaux

Pourquoi ?

- Description du « Pourquoi ? » :
  - **Action** -> « rechercher » dans l'exemple
  - **Cible** -> « chemin dans un graphe » dans l'exemple

Why?

Actions

Analyze

- Consume
  - *Discover*
  - *Present*
  - *Enjoy*
- Produce
  - *Annotate*
  - *Record*
  - *Derive*

Search

	Target known	Target unknown
Location known	*Lookup*	*Browse*
Location unknown	*Locate*	*Explore*

Query

- Identify
- Compare
- Summarize

Targets

All Data

- Trends
- Outliers
- Features

Attributes

- One
  - *Distribution*
  - *Extremes*
- Many
  - *Dependency*
  - *Correlation*
  - *Similarity*

Network Data

- Topology
- *Paths*

Spatial Data

- Shape

What?
Why?
How?

Plan

- Introduction
- Quoi ?
- Pourquoi ?
- **Comment ? (Encoder)**
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - Géométrie
- Conclusion

Comment ?

Quoi ? **Données**

Qu'elles sont les données à visualiser ?

Pourquoi ? **Tâches**

Pourquoi les utilisateurs ont besoin de visualiser ?

Comment ? **Idiomes**

Comment visualiser ces données ?

How?

Encode

- **Arrange**
  - Express
  - Separate
  - Order
  - Align
  - Use
- **Map**
  from categorical and ordered attributes
  - Color
    - *Hue*
    - *Saturation*
    - *Luminance*
  - Size, Angle, Curvature, ...
  - Shape
  - Motion
    Direction, Rate, Frequency, ...

Manipulate

- **Change**
- **Select**
- **Navigate**

Facet

- **Juxtapose**
- **Partition**
- **Superimpose**

Reduce

- **Filter**
- **Aggregate**
- **Embed**

What?
Why?
How?

How?

Encode

- **Arrange**
  - Express
  - Separate
  - Order
  - Align
  - Use
- **Map** from categorical and ordered attributes
  - Color
    - *Hue*
    - *Saturation*
    - *Luminance*
  - Size, Angle, Curvature, ...
  - Shape
  - Motion
    Direction, Rate, Frequency, ...

Manipulate

- **Change**
- **Select**
- **Navigate**

Facet

- **Juxtapose**
- **Partition**
- **Superimpose**

Reduce

- **Filter**
- **Aggregate**
- **Embed**

Sémiologie graphique
Revoir le cours de Master 1

What?
Why?
How?

Comment ? Encoder
Sémiologie graphique

- Données :
  - Objets (items, sommets d'un graphe, …)
  - Attributs

- **Objets : 4 types d'implantation** caractérisés par leur dimension :
  - 0D : Points
  - 1D : Lignes (Polylignes, Courbes)
  - 2D : Zones
  - 3D : Volumes

- **Attributs :** utilisation des **variables visuelles** pour les représenter

Comment ? Encoder

Sémiologie graphique : variables visuelles

Les variables de chaque colonne ne se valent pas

Efficacité des variables visuelles (basés sur différentes études)

Efficacité

Attributs Ordonnés		Attributs Catégoriels	
Position (1D, 2D)		Teinte	
Taille (1D)		Forme	
Orientation		Texture	
Taille (2D)			
Position (3D)			
Luminosité			
Saturation			
Taille 3D			

How?

Encode

- **Arrange**
  - Express
  - Separate
  - Order
  - Align
  - Use
- **Map** from categorical and ordered attributes
  - Color
    - *Hue*
    - *Saturation*
    - *Luminance*
  - Size, Angle, Curvature, ...
  - Shape
  - Motion
    Direction, Rate, Frequency, ...

Manipulate

- **Change**
- **Select**
- **Navigate**

Facet

- **Juxtapose**
- **Partition**
- **Superimpose**

Reduce

- **Filter**
- **Aggregate**
- **Embed**

Organiser spatialement l'information

What?
Why?
How?

Comment ? Encoder

Organisation spatiale

- « Arrange » : Organisation spatiale
- Où place-t-on les objets (items, sommets…)

- Approche selon les types de données
  - Tables de valeurs (tables)
  - Graphes et arbres (réseaux, graphes, arbres)
  - Données spatiales :
    - Champs
    - Géométrie

Comment ? Encoder

Organisation spatiale

Variables visuelles les plus efficaces
sont liées à l'organisation spatiale

Mode Magnitude **Attributs Ordonnés**		**Mode Identité** **Attributs Catégoriels**	
Position (1D, 2D)		Teinte	
Taille (1D)		Forme	
Orientation		Texture	
Taille (2D)			
Position (3D)			
Luminosité			
Saturation			
Taille 3D			

Plan

- Introduction
- Quoi ?
- Pourquoi ?
- **Comment ? (Encoder)**
  - **Tables**
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - Géométrie
- Conclusion

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en bâtons**

- Table 1D (vecteur)
  - Items (rectangles)
  - Attribut quantitatif (taille 1D = hauteur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en bâtons empilés**

- Table 2D (matrice)
  - Items (rectangles)
  - Attribut catégoriel (couleur)
  - Attribut quantitatif (taille 1D = hauteur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en ligne**

- Table 1D (vecteur)
  - Item (ligne)
  - Attribut ordonné (position x)
  - Attribut quantitatif (position y)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en lignes**

- Table 2D (matrice)
  - Items (lignes)
  - Attribut ordonné (position x)
  - Attributs quantitatifs (positions y)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en lignes empilées**

- Table 2D (matrice)
  - Items (plages colorées)
  - Attribut ordonné (position x)
  - Attributs quantitatifs (taille 1D = hauteur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en flots**

- Table 2D (matrice)
  - Items (plages colorées)
  - Attribut ordonné (position x)
  - Attributs quantitatifs (taille 1D = hauteur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Nuage de points**

- Table 2D (matrice 2 colonnes)
  - Items (carrés)
  - Attribut quantitatif (position x)
  - Attribut quantitatif (position y)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Nuage de points**

- Table 2D (matrice 2 colonnes)
  - Items (carrés)
  - Attribut quantitatif (position x)
  - Attribut quantitatif (position y)

- Possibilité d'ajouter d'autres attributs sur des variables visuelle non spatiales

- Ex. : 1 attribut catégoriel (couleur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Nuage de points**

- Table 2D (matrice 2 colonnes)
  - Items (carrés)
  - Attribut quantitatif (position x)
  - Attribut quantitatif (position y)

- Possibilité d'ajouter d'autres attributs sur des variables visuelle non spatiales

Low income countries
Middle income countries
High income countries
Gapminder World Chart 2006
Healthy
Poor
Rich
Sick
Children dying before age 5 per 1000 live births (log)
Health
Money
Gross National Income per capita - in US dollar by exchange rate (log)
Population (millions)
Regions
Americas
Arab states
Asia & Pacific
Europe & Central Asia
Sub-Saharan Africa
100
1 000
www.gapminder.org
Japan
USA
China
Russia
Mexico
Brazil
India
Indonesia
Bangladesh
Pakistan
Nigeria
Vietnam
Philippines
Egypt
Thailand
Ethiopia
Congo DR (Kinshasa)
Zimbabwe
Nepal
Malaysia
Cuba
Chile
Poland
Hungary
Turkey
Kazakhstan
Iran
Morocco
Guatemala
Colombia
Sri Lanka
Mongolia
Uzbekistan
North Korea
Kyrgyz Rep.
Tajikistan
Cambodia
Madagascar
Myanmar
Guinea
Uganda
Tanzania
Mozambique
Malawi
Burundi
Niger
Afghanistan
Sierra Leone
Burkina Faso
Mali
Chad
Zambia
Côte d'Ivoire
Cameroon
Congo, Rep. (Brazza-ville)
Angola
South Africa
Swaziland
Botswana
Namibia
Azerbaijan
Bulgaria
Albania
Jamaica
Costa Rica
Argentina
Venezuela
Ecuador
Dominican Rep.
Paraguay
Algeria
Mauritius
Malta
Slovenia
Croatia
Hungary
Czech Republic
Slovakia
Portugal
Spain
Greece
Israel
South Korea
Taiwan
Saudi Arabia
Kuwait
Bahrain
Qatar
Oman
Singapore
Iceland
Finland
Sweden
Germany
Netherlands
Belgium
Luxembourg
Denmark
Switzerland
Ireland
Canada
Australia
United Kingdom
United Arab Emirates
Hong Kong
Norway
Greenland
Bermuda
Cayman Is.
Virgin Islands (US)
Puerto Rico
Bahamas
Barbados
Antigua & Barbuda
Trinidad & Tobago
Aruba
Turks & Caicos Island
British Virgin Islands
Anguilla
Equatorial Guinea
Gabon
Mayotte
Swaziland
Lesotho
Namibia
Botswana
Zimbabwe
Zambia
Malawi
Mozambique
Madagascar
Comoros
Djibouti
Eritrea
Somalia
Sudan
Mauritania
Papua New Guinea
Bhutan
Nepal
Mongolia
Kyrgyz Rep.
Tajikistan
Uzbekistan
Turkmenistan
Iraq
Yemen
Syria
Jordan
Lebanon
Kuwait
Bahrain
Qatar
Oman
Saudi Arabia
Libya
Tunisia
Algeria
Mauritania
Mali
Niger
Chad
Sudan
Ethiopia
Somalia
Djibouti
Eritrea
Kenya
Uganda
Rwanda
Burundi
Tanzania
Zambia
Angola
Namibia
Botswana
Zimbabwe
Mozambique
Malawi
Madagascar
Swaziland
Lesotho
South Africa
Mauritius
Seychelles
Comoros
Cuba
Jamaica
Haiti
Dominican Rep.
Puerto Rico
Costa Rica
Panama
Nicaragua
Honduras
Guatemala
Belize
Mexico
Venezuela
Guyana
Suriname
Ecuador
Peru
Bolivia
Paraguay
Chile
Argentina
Uruguay
Brazil
Colombia
Panama
Costa Rica
Nicaragua
Honduras
Guatemala
Belize
Haiti
Dominican Rep.
Jamaica
Cuba
Bahamas
Barbados
Trinidad & Tobago
Antigua & Barbuda
Anguilla
Aruba
Turks & Caicos Island
British Virgin Islands
Cayman Is.
Virgin Islands (US)
Puerto Rico
Bermuda
Greenland
Iceland
Norway
Sweden
Finland
Denmark
Ireland
Netherlands
Belgium
Luxembourg
Germany
Switzerland
Austria
Czech Republic
Slovakia
Slovenia
Croatia
Bosnia & Herzegovina
Serbia & Montenegro
Albania
Bulgaria
Romania
Moldova
Ukraine
Belarus
Lithuania
Latvia
Estonia
Russia
Kazakhstan
Turkmenistan
Uzbekistan
Kyrgyz Rep.
Tajikistan
Mongolia
Afghanistan
Pakistan
Nepal
Bhutan
Sri Lanka
Thailand
Vietnam
Laos
Cambodia
Myanmar
Malaysia
Singapore
Brunei
Philippines
Indonesia
Papua New Guinea
Japan
Korea
China
Taiwan
Hong Kong
Macao
Australia
New Zealand
Fiji
Vanuatu
Solomon Is.
Samoa
Tonga
Kiribati
Tuvalu
Nauru
Marshall Is.
Micronesia
Palau
Guam
Mayotte
Reunion
Seychelles
Mauritius
Comoros
Cape Verde
Sao Tome & Principe
Equatorial Guinea
Gabon
Congo, Rep. (Brazza-ville)
Congo DR (Kinshasa)
Central African Rep.
Cameroon
Nigeria
Côte d'Ivoire
Burkina Faso
Ghana
Togo
Benin
Guinea-Bissau
Guinea
Sierra Leone
Liberia
Mauritania
Algeria
Libya
Egypt
Tunisia
Morocco
Western Sahara
Spain
Portugal
Greece
Italy
France
Belgium
Netherlands

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Matrice de nuages de points**

Table

Math	Physics	Dance	Drama
85	95	70	65
90	80	60	50
65	50	90	90
50	40	95	80
40	60	80	90

- Table 2D (matrice)
  - Items (cercles)
  - Attribut quantitatif (position x)
  - Attribut quantitatif (position y)

Scatterplot Matrix

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Carte de chaleur**

- Table 2D (matrice)
  - Items (pixels)
  - Attribut quantitatif (couleur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

Disposition des axes

Disposition rectilinéaire

– Régions ou items placés le long de 2 axes perpendiculaires.

– Tous les exemples ci-dessus

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

Disposition des axes

Disposition parallèle

– Utile quand le nombre d'attributs est grand

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Coordonnées parallèles**

- Table 2D (matrice)
  - Items (lignes)
  - Attributs quantitatifs (positions y)

Table

Math	Physics	Dance	Drama
85	95	70	65
90	80	60	50
65	50	90	90
50	40	95	80
40	60	80	90

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

Disposition des axes

Disposition radiale

- Coordonnées polaires
- 2 dimensions sont :
  - Angle
  - Distance au centre

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en bâtons**

- Table 1D (vecteur)
  - Items (rectangles)
  - Attribut quantitatif (taille 1D = longueur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Diagramme en portions**

- Table 1D (vecteur)
  - Items (portions)
  - Attribut quantitatif
    (taille 1D = distance au centre,
    taille 2D = aire)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Camembert**

- Table 1D (vecteur)
  - Items (portions)
  - Attribut quantitatif (taille 1D = angle, taille 2D = aire)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Tables

- **Radar (diagramme de Kiviat)**

- Table 2D (matrice)
  - Items (lignes)
  - Attributs quantitatifs (positions le long des axes)

- Version radiale des coordonnées parallèles

Plan

- Introduction
- Quoi ?
- Pourquoi ?
- **Comment ? (Encoder)**
  - Tables
  - **Réseaux et arbres**
  - Champs
  - Géométrie
- Conclusion

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Figure 9.1. Design choices for arranging networks.

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Figure 9.1. Design choices for arranging networks.

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Arbre
  - Positionnement « classique »

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Arbre
  - Dendrogramme

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Arbre
  - Positionnement radial

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Arbre
  - « Bubble »

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Réseau/Arbre
  - Positionnement par un algorithme de forces

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Réseau/Arbre
  - Positionnement par un algorithme de forces

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Réseau
  - Positionnement par un algorithme de forces
- **Problème : gros réseaux**

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Réseau
  - Positionnement par un algorithme de forces
- **Solution 1.a : *clustering***
  - Partition des sommets
  - Utilisation d'une variable visuelle pour visualiser la partition

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Réseau
  - Positionnement par un algorithme de forces
- **Solution 1.b : *clustering***
  - Algorithme de force pour le graph quotient
  - Algorithme circulaire pour les sommets des clusters

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

- Représentation la plus commune
- Implantation (cf. cours de sémiologie graphique) :
  - Nœuds : Points
  - Liens : Lignes
- *Ex. :*
  - Réseau
  - Positionnement par un algorithme de forces
- **Solution 2 : *edge bundling***
  - Algorithme de force pour placer les sommets
  - Calculs de points de contrôle communs sur les arêtes pour qu'elles « suivent les mêmes chemins »
  - Dessin des arêtes sous forme de B-splines (généralisation de courbes de Béziers)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Figure 9.1. Design choices for arranging networks.

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Matrice d'adjacence

- Sommets sont représentés par les lignes et les colonnes de la matrice
- *c(i,j) = n* si il existe *n* liens entre les sommets *i* et *j* (*0* si pas de liens)
- Couleur des cellules dépend de la valeur *c(i,j)*

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Matrice d'adjacence

- Sommets sont représentés par les lignes et les colonnes de la matrice
- *c(i,j) = n* si il existe *n* liens entre les sommets *i* et *j* (*0* si pas de liens)
- Couleur des cellules dépend de la valeur *c(i,j)*

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Diagrammes nœuds-liens

+

- Plus intuitifs
- Structure hiérarchique des arbres visible
- Topologie locale
- Chemins

-

- Peu efficace pour beaucoup de nœuds
- Peu efficace pour des réseaux denses (#liens/#nœuds élevé)

Matrices d'adjacence

+

- Beaucoup de nœuds
- Forte densité de liens
- Pas de chevauchements d'éléments
- Réordonnancement possible des sommets
- Taille de la visualisation pré-calculable

-

- Peu intuitif
- Topologie locale parfois dure à déterminer

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Figure 9.1. Design choices for arranging networks.

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites imbriquées

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par un rectangle/carré
- L'imbrication représente la hiérarchie

Treemap

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites imbriquées

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par un rectangle/carré
- L'imbrication représente la hiérarchie

Treemap

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites imbriquées

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par un rectangle/carré
- L'imbrication représente la hiérarchie

Treemap

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites imbriquées

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par un cercle
- L'imbrication représente la hiérarchie

Treemap circulaire

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites imbriquées

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par une cellule de *Voronoï*
- L'imbrication représente la hiérarchie

Treemap Voronoï

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites imbriquées

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par une région « fractale »
- L'imbrication représente la hiérarchie

Carte de Gosper

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites adjacentes

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par un rectangle
- La juxtaposition représente la hiérarchie

Diagramme *Icicle*

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Réseaux et arbres

Boites adjacentes

- Arbres
- Chaque sommet est représenté par un arc de cercle
- La juxtaposition représente la hiérarchie

Sunburst

Plan

- Introduction
- Quoi ?
- Pourquoi ?
- **Comment ? (Encoder)**
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - **Champs**
  - Géométrie
- Conclusion

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Champs

- 1 valeur associée à chaque cellule (2D ou 3D)
- Principales applications : médecine, biologie, physique, mécanique…
- **Visualisation scientifique**

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Champs

- Plusieurs valeurs associées à chaque cellule (2D ou 3D)
- Principales applications : médecine, biologie, physique, mécanique…
- **Visualisation scientifique**

Plan

- Introduction
- Quoi ?
- Pourquoi ?
- **Comment ? (Encoder)**
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - **Géométrie**
- Conclusion

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Géométrie

- **Carte choroplèthe**

- Table 1D (vecteur)
  - Items : données géométriques
  - Attribut quantitatif (couleur)

Comment ? Encoder

Organisation spatiale : Géométrie

- **Cartogramme**

- Table 1D (vecteur)
  - Items : données géométriques
  - Attribut quantitatif (taille 2D = aire))

How?

Encode

Arrange

- Express
- Separate
- Order
- Align
- Use

Map
from categorical and ordered attributes

- Color
  - *Hue*
  - *Saturation*
  - *Luminance*
- Size, Angle, Curvature, ...
- Shape
- Motion
  Direction, Rate, Frequency, ...

Manipulate

Change

Select

Navigate

Facet

Juxtapose

Partition

Superimpose

Reduce

Filter

Aggregate

Embed

What?
Why?
How?

Plan

- Introduction
- Quoi ?
- Pourquoi ?
- Comment ? (Encoder)
  - Tables
  - Réseaux et arbres
  - Champs
  - Géométrie
- **Conclusion**

Conclusion

Bibliographie

Tamara Munzner.

Visualization Analysis & Design.

A K Peters Visualization Series, CRC Press, 2014.