

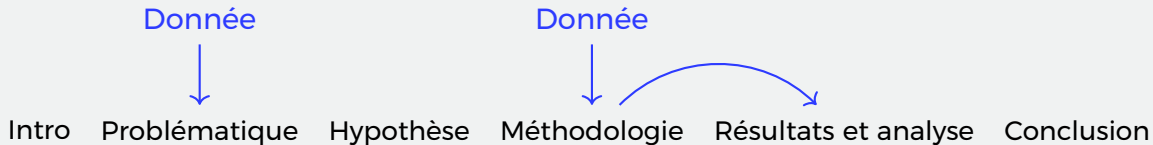
# Jean-Samuel Leboeuf

Communiquer efficacement ses  
données: un guide pratique

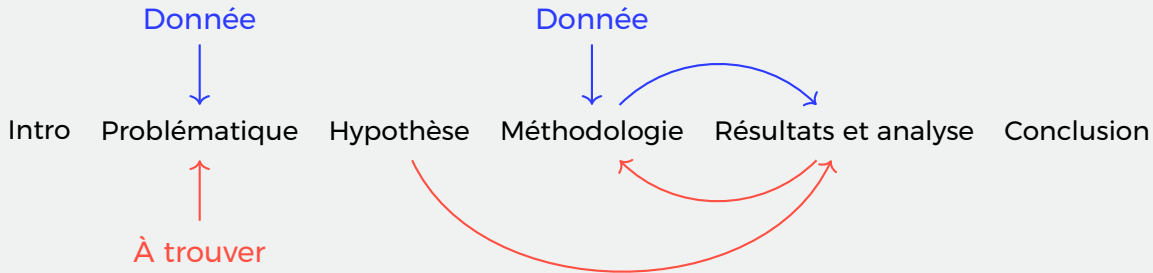
# La communication scientifique

Intro   Problématique   Hypothèse   Méthodologie   Résultats et analyse   Conclusion

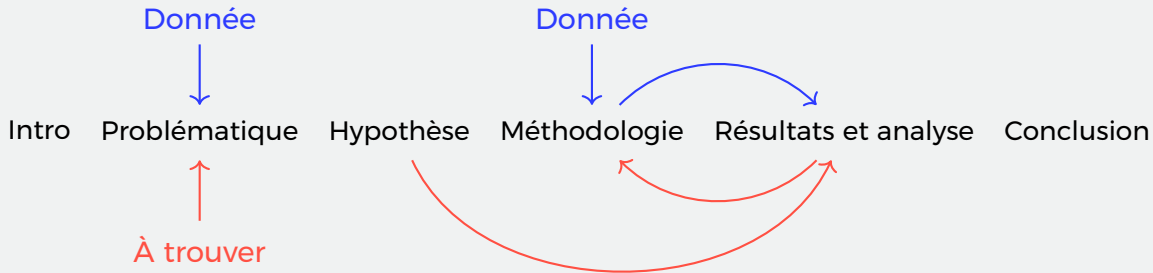
# La communication scientifique



# La communication scientifique



# La communication scientifique



- Les résultats doivent être **convaincants** et **faciles à comprendre**

# Communication efficace

Pour être **convaincants**, il faut :

- ▶ Des données pertinentes à l'hypothèse

Pour être **faciles à comprendre**, il faut :

- ▶ Éviter les données ambiguës
- ▶ Éviter les éléments superflus

# Communication efficace

Pour être **convaincants**, il faut :

- ▶ Des données pertinentes à l'hypothèse

Pour être **faciles à comprendre**, il faut :

- ▶ Éviter les données ambiguës
- ▶ Éviter les éléments superflus

On peut appliquer le principe de « coût initial négatif »

# Plan

1. Le principe de coût initial négatif
2. Les tableaux
3. Principes premiers des figures
4. Les types de graphiques
5. Les couleurs



# Coût initial négatif

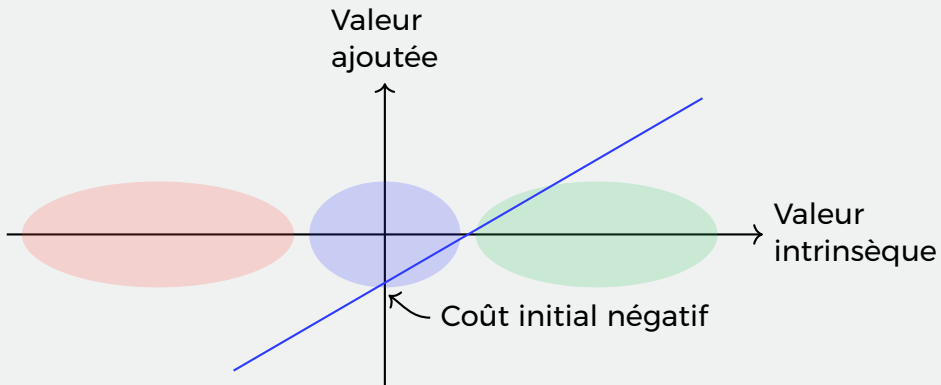
Faux, ambigu, contradictoire

Utile, convaincant

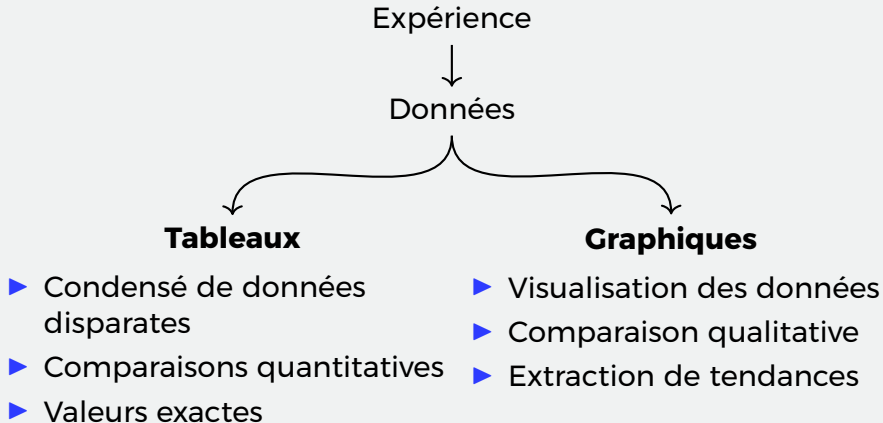


Superflu, redondant, distrayant

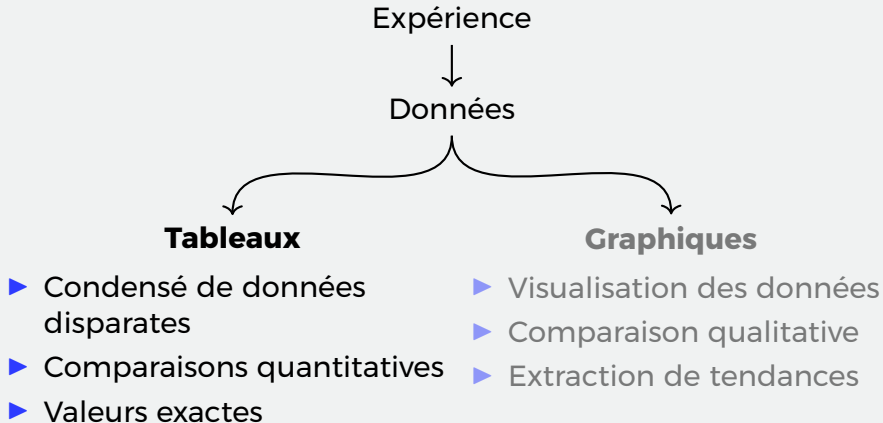
# Coût initial négatif



# Présentation des résultats



# Présentation des résultats



# Deux types de tableaux

Tableau de **communication**

Tableau de **compilation**

# Deux types de tableaux

## Tableau de **communication**

- ▶ Résumé utile des informations
- ▶ Concis et facile à lire
- ▶ Ne contient pas toutes les informations (coût initial négatif)
- ▶ Met en évidence des différences ponctuelles
- ▶ Dans le **corps** d'un document

## Tableau de **compilation**

# Deux types de tableaux

## Tableau de **communication**

- ▶ Résumé utile des informations
- ▶ Concis et facile à lire
- ▶ Ne contient pas toutes les informations (coût initial négatif)
- ▶ Met en évidence des différences ponctuelles
- ▶ Dans le **corps** d'un document

## Tableau de **compilation**

- ▶ Contient toutes les informations recueillies
- ▶ Se veut une référence
- ▶ Longs et plates à lire
- ▶ Dans l'**annexe** d'un document

# Les tableaux de communication

ResNet-50 (He et al., 2016)	76.9
ViT-B-16 (Dosovitskiy et al., 2021)	<b>77.9</b>
ResNet-50 (RGB+FF)	73.5
ViT-B-16 (RGB+FF)	76.7
Transformer (64x64)	57.0
Perceiver	76.4

Table 1. Top-1 validation accuracy (in %) on ImageNet. Methods shown in **red** exploit domain-specific grid structure, while methods in **blue** do not. The first block reports standard performance from

Tiré de l'article « Perceiver : General Perception with Iterative Attention » par DeepMind (Google)



# Les tableaux de communication

ResNet-50 (He et al., 2016)	76.9
ViT-B-16 (Dosovitskiy et al., 2021)	<b>77.9</b>
ResNet-50 (RGB+FF)	73.5
ViT-B-16 (RGB+FF)	76.7
Transformer (64x64)	57.0
Perceiver	76.4

Table 1. Top-1 validation accuracy (in %) on ImageNet. Methods shown in **red** exploit domain-specific grid structure, while methods in **blue** do not. The first block reports standard performance from

Tiré de l'article « Perceiver : General Perception with Iterative Attention » par DeepMind (Google)

Table 1. Top-1 validation accuracy on ImageNet. Blablabla. . .

Model	Top-1 (%)		Uses grid
	No FF	FF	
ResNet-50	76.9	73.5	yes
ViT-B-16	<b>77.9</b>	76.7	yes
Transformer	—	57.0	no
Perceiver	—	76.4	no

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées
- ▶ Titre *au-dessus* du tableau avec explications

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées
- ▶ Titre *au-dessus* du tableau avec explications
- ▶ Éviter les répétitions

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées
- ▶ Titre *au-dessus* du tableau avec explications
- ▶ Éviter les répétitions
- ▶ Citer dans le titre ou le texte

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées
- ▶ Titre *au-dessus* du tableau avec explications
- ▶ Éviter les répétitions
- ▶ Citer dans le titre ou le texte
- ▶ Mettre en évidence une seule chose à la fois

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées
- ▶ Titre *au-dessus* du tableau avec explications
- ▶ Éviter les répétitions
- ▶ Citer dans le titre ou le texte
- ▶ Mettre en évidence une seule chose à la fois
- ▶ Éviter les couleurs



# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées
- ▶ Titre *au-dessus* du tableau avec explications
- ▶ Éviter les répétitions
- ▶ Citer dans le titre ou le texte
- ▶ Mettre en évidence une seule chose à la fois
- ▶ Éviter les couleurs
- ▶ Référer au tableau explicitement dans le texte

# Conseils généraux

- ▶ Tableau  $\neq$  grille :
  - ▶ Lignes horizontales : début, fin et entre les sections seulement
  - ▶ JAMAIS de lignes verticales : ajuster l'espace entre les colonnes
- ▶ Étiquettes des colonnes avec unités et abbréviations limitées
- ▶ Titre *au-dessus* du tableau avec explications
- ▶ Éviter les répétitions
- ▶ Citer dans le titre ou le texte
- ▶ Mettre en évidence une seule chose à la fois
- ▶ Éviter les couleurs
- ▶ Référer au tableau explicitement dans le texte
- ▶ Aligner les chiffres à droite, le texte à gauche

# Tableaux professionnels avec LaTeX

Les packages :

- ▶ `booktabs` : Redéfinit entièrement les tableaux (documentation)
- ▶ `multicol` et `multirow` : Fusionner des cellules

Les lignes :

- ▶ `\toprule` et `\bottomrule` pour les lignes du haut et du bas
- ▶ `\midrule` pour les lignes entre sections
- ▶ `\cmidrule(lr){<col début>-<col fin>}` pour les lignes partielles

Les cellules fusionnées :

- ▶ `\multirow{<n rangées>}{*}[<y shift>]{<contenu>}` pour les rangées
- ▶ `\multicolumn{<n col>}{c}{<contenu>}` pour les colonnes

# Tableaux professionnels avec LaTeX

Les colonnes :

- ▶ `@{\hskip<distance>}` pour ajuster la distance entre deux colonnes

Le titre :

- ▶ `\caption{<titre>}` pour le titre
- ▶ `\vspace{<distance>}` pour ajuster la distance entre le titre et le tableau

Outil d'aide à la génération de tableaux :

- ▶ <https://www.tablesgenerator.com/>
- ▶ [python2latex](#) (Création du code LaTeX à partir de `numpy` arrays)

# Example

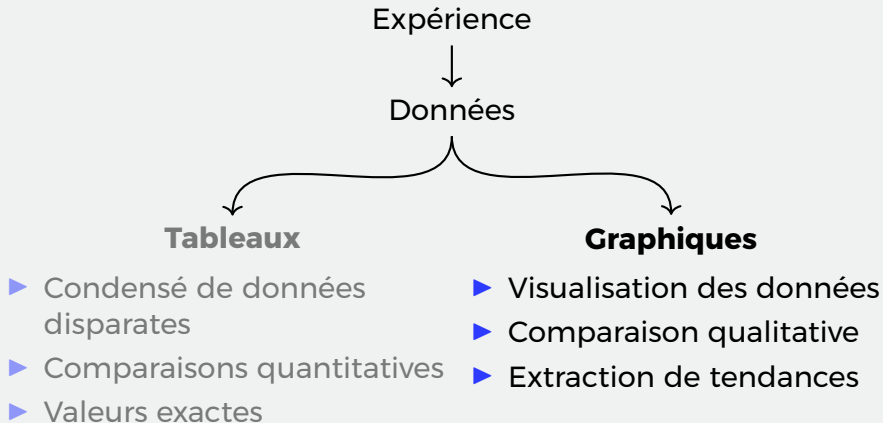
```
\usepackage{booktabs}

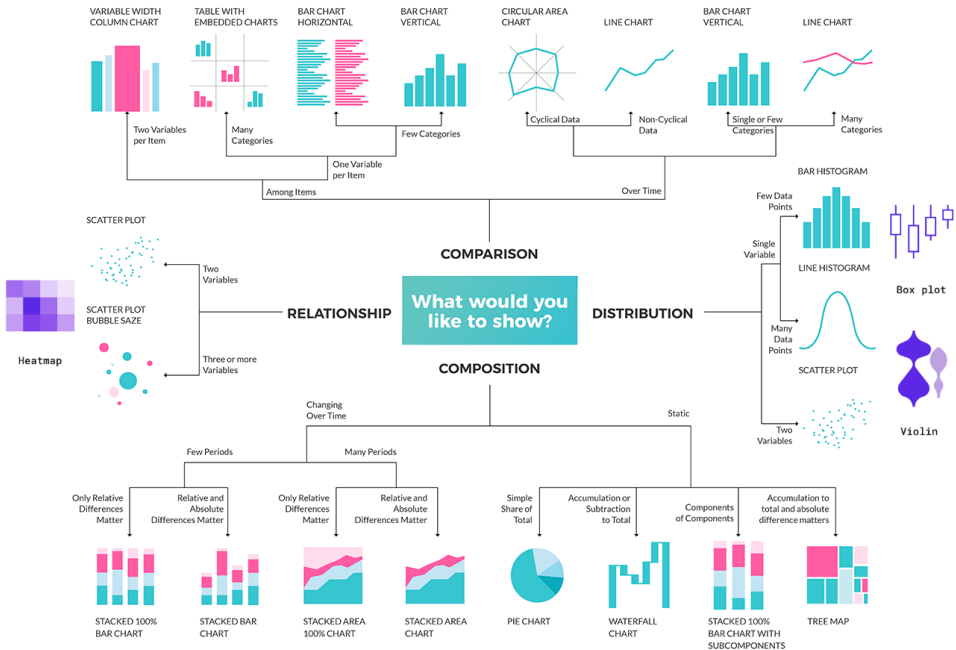
\begin{table}
\caption{Top-1 validation accuracy on ImageNet.}
\label{tab:top1_imagenet}
\vspace{3pt}
\begin{tabular}{l@{\hspace{5pt}}r@{\hspace{10pt}}r@{\hspace{5pt}}c}
\toprule
\multirow{2}{*}{[-2pt]{Model}}
& \multicolumn{2}{c}{Top-1 (\%)}
& \multirow{2}{*}{Uses grid}
\\
& No FF & FF & 
\\
\cmidrule{r}{2-3}
& No FF & FF & \\
\midrule
ResNet-50 & 76.9 & 73.5 & yes\\
ViT-B-16 & \textbf{77.9} & 76.7 & yes\\
Transformer & --- & 57.0 & no\\
Perceiver & --- & 76.4 & no\\
\bottomrule
\end{tabular}
\end{table}
```

Top-1 validation accuracy on ImageNet.

Model	Top-1 (%)		Uses grid
	No FF	FF	
ResNet-50	76.9	73.5	yes
ViT-B-16	<b>77.9</b>	76.7	yes
Transformer	—	57.0	no
Perceiver	—	76.4	no

# Les graphiques





# Principes premiers d'une figure

1. Représentation fidèle, non-trompeuse et sans distorsions
2. Représentation claire et évidente
3. Représentation facile à analyser et à comparer



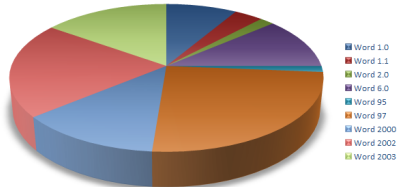
# Représentation fidèle

- ▶ Ne donne pas de fausses impressions

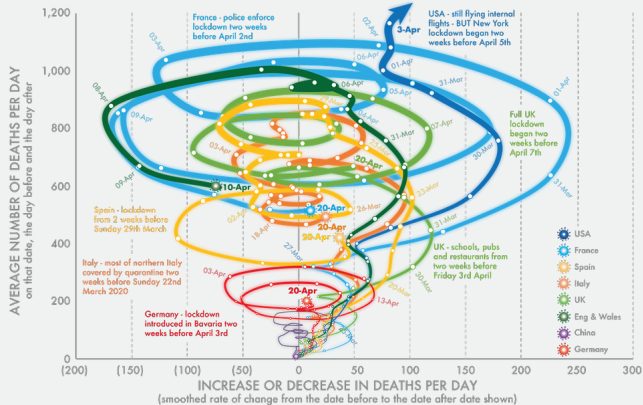
Same Data, Different Y-Axis



Microsoft Word Features By Version Added



# Représentation claire



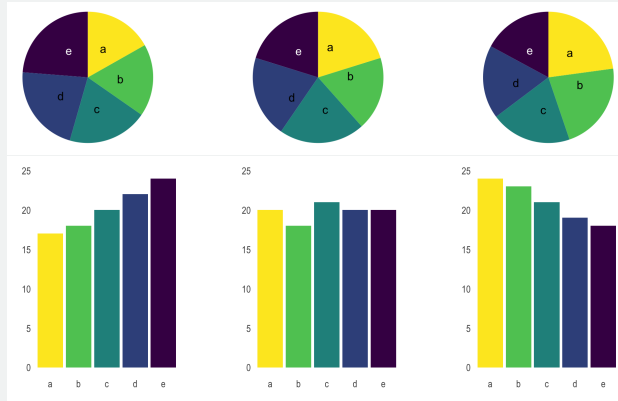
DannyDarling.org. Illustration by Kirsten McClure @orpheuscol

# Représentation facile à analyser

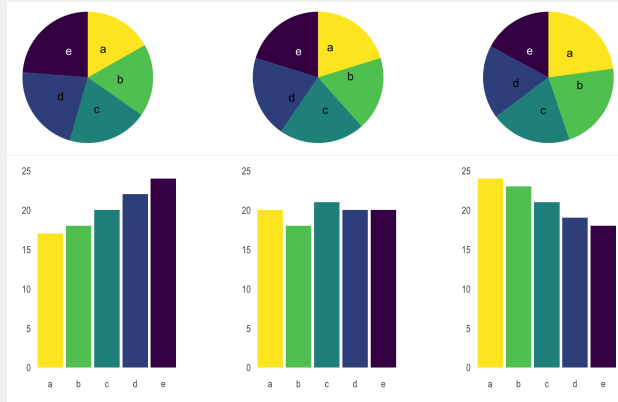
# Représentation facile à analyser



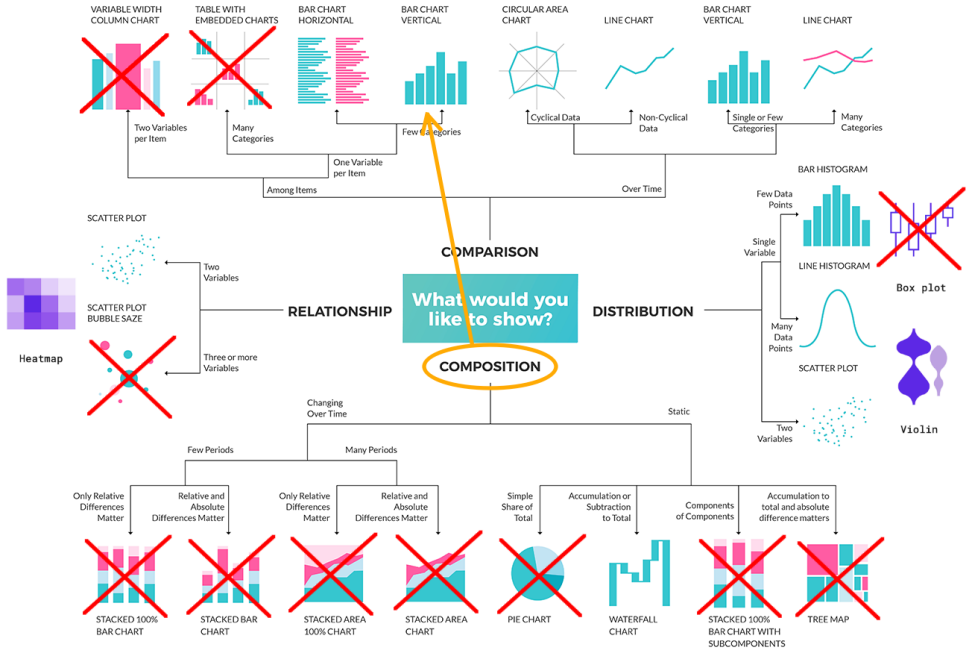
# Représentation facile à analyser



# Représentation facile à analyser



- ▶ Le cerveau est poche pour comparer des aires et des distances
- ▶ Le cerveau est bon pour comparer des positions



# Guide général de style

Les **axes** :

- ▶ En bas et à gauche seulement
- ▶ Étiquettes avec unité
- ▶ Discrétisation modérée (5 à 10)
- ▶ Police de taille similaire au texte
- ▶ Grille aérée et pâle; **pas** de fond

Le **titre** :

- ▶ Préférentiellement sous la figure
- ▶ Numérotée et référencée dans le texte
- ▶ Explications spécifiques non redondantes



# Guide pour les courbes

- ▶ Éviter les légendes si possibles
  - ▶ Sinon, lister les entrées en ordre d'apparition
- ▶ Couleurs pour différencier les courbes
- ▶ Lignes pleines, discontinues ou pointillées pour différencier les familles de courbes
- ▶ 8 courbes maximum par diagrammes

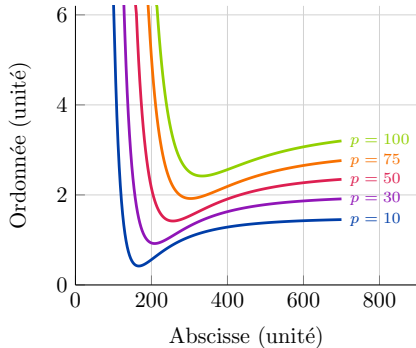


Figure 1. Exemple d'un diagramme à courbes. La légende est remplacée par une étiquette placée à la fin des courbes, ce qui facilite la lecture du graphique.

# Guide pour les nuages de points

- ▶ Formes et couleurs pour distinguer les catégories
- ▶ Opacité pour les données superposées
- ▶ Pour une troisième variable : utiliser une carte de couleurs, pas la taille des points

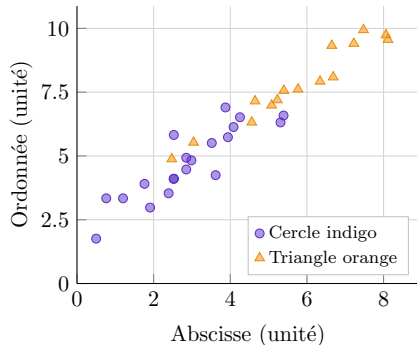


Figure 1. Exemple d'un nuage de point avec deux types de points. De la transparence est utilisée pour voir les points superposés.

# Guide pour les diagrammes à bandes

- ▶ Repères verticaux non-nécessaires
- ▶ Axe vertical commence à l'origine
- ▶ Données près de la bande
- ▶ Bandes en ordre croissant
- ▶ Bandes à l'horizontal si les étiquettes ne rentrent pas (ne pas pivoter le texte)

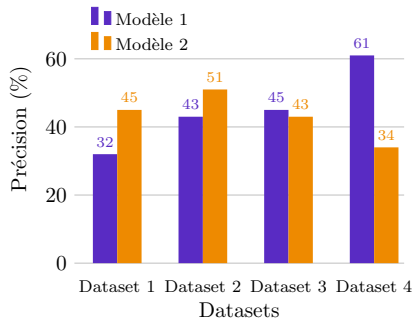


Figure 1. Exemple d'un diagramme à bandes avec des catégories.

# Guide pour les « heatmaps »

- ▶ Se lit comme une matrice : origine en haut à droite
- ▶ Carte de couleurs :
  - ▶ Séquentielle pour marquer l'intensité
  - ▶ Divergente pour marquer la différence p/r à une valeur de référence
- ▶ Blanc pour les données non pertinentes
- ▶ Annotations pour les données pertinentes

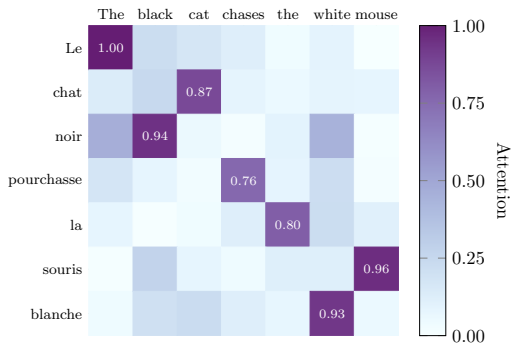


Figure 1. Exemple d'une « heatmap » pour l'attention d'un réseau pendant la traduction. Seuls les points d'intérêts sont annotés.

# Guide pour les violons

- ▶ « Boîte à moustaches ++ »
- ▶ Permet d'identifier les modes
- ▶ Peuvent être groupés comme les diagrammes à bandes
- ▶ Normaliser l'**aire**, pas la largeur

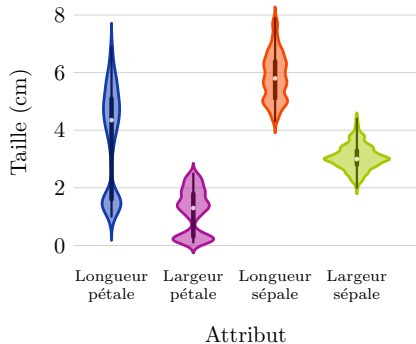


Figure 1. Exemple d'un diagramme à violons pour la distribution des attributs du jeu de données *iris*. Les lignes intérieures correspondent à un *box plot*.

# En résumé

- ▶ Favoriser les graphiques qui reposent sur le **positionnement**
- ▶ Ne pas surcharger le graphiques
- ▶ Annoter sur la figure plutôt qu'utiliser une légende
- ▶ Soyez constant dans le style entre les figures

## Références utiles :

- ▶ [Guide de visualisation de données de Material](#)

# Outils

## LaTeX :

- ▶ Nativement avec les packages TikZ et PGFPLOTS
- ▶ À partir de Python avec python2latex ou tikzplotlib

## Python :

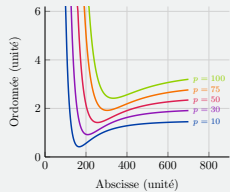
- ▶ matplotlib avec seaborn
  - ▶ PDF seulement, pas de PNG ou JPEG
  - ▶ Attention à la taille du texte
  - ▶ Les paramètres par défaut sont **mauvais**

# Les couleurs



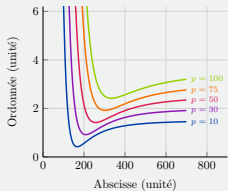
# Les couleurs

## Esthétique

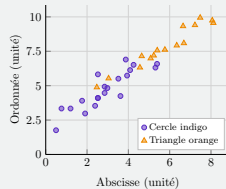


# Les couleurs

## Esthétique

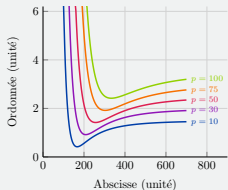


## Différencier des **catégories**

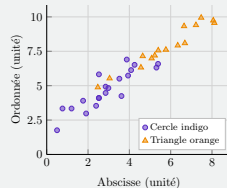


# Les couleurs

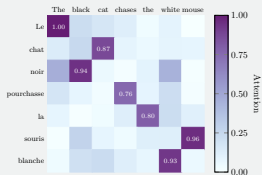
## Esthétique



## Différencier des **catégories**

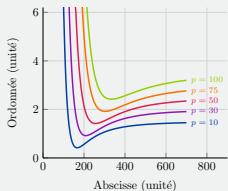


## Représenter un **spectre**

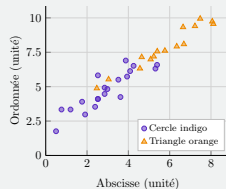


# Les couleurs

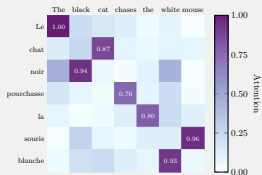
## Esthétique



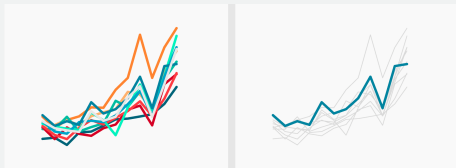
## Différencier des **catégories**



## Représenter un **spectre**



## Mettre en **évidence**

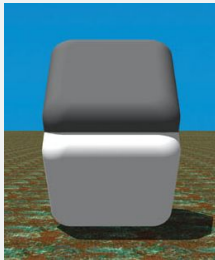


# Limitations

- ▶ Difficile de comparer des couleurs semblables

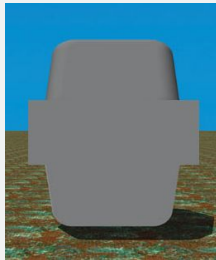
# Limitations

- ▶ Difficile de comparer des couleurs semblables
- ▶ Perception affectée par les couleurs environnantes



# Limitations

- ▶ Difficile de comparer des couleurs semblables
- ▶ Perception affectée par les couleurs environnantes



# Limitations

- ▶ Difficile de comparer des couleurs semblables
- ▶ Perception affectée par les couleurs environnantes
- ▶ Les moniteurs et les imprimantes donnent des rendues différents



# Limitations

- ▶ Difficile de comparer des couleurs semblables
- ▶ Perception affectée par les couleurs environnantes
- ▶ Les moniteurs et les imprimantes donnent des rendues différents
- ▶ Sort mal en tons de gris

# Limitations

- ▶ Difficile de comparer des couleurs semblables
- ▶ Perception affectée par les couleurs environnantes
- ▶ Les moniteurs et les imprimantes donnent des rendues différents
- ▶ Sort mal en tons de gris
- ▶ Pire encore... tous les humains ne perçoivent pas les couleurs de la même manière

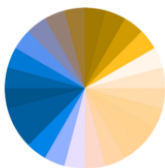


# Le daltonisme

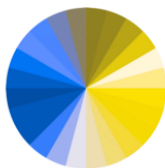
Environ un homme sur 10 est daltonien.



Regular vision



Deuteranopia



Protanopia



Tritanopia



Monochromacy



# Palettes qualitatives

<b>Utilité</b>	Catégories
<b>Propriétés</b>	1 teinte par catégorie
<b>Faiblesses</b>	Daltonisme, tons de gris
<b>Mitigations</b>	Varier la luminosité, annoter

Continue



Discrète



python2latex **holi**

# Palettes qualitatives

## Utilité

Catégories

## Propriétés

1 teinte par catégorie

## Faiblesses

Daltonisme, tons de gris

## Mitigations

Varier la luminosité, annoter

Continue



Discrète



python2latex **holi**

Deuteranopia



Protanopia



Tritanopia



Monochromacy



# Palettes séquentielles

**Utilité**

Intensité

**Propriétés**

1 teinte; le pâle indique une faible intensité

**Faiblesses**

Difficile à analyser, affecté par les couleurs environnantes

**Mitigations**

Échelle perceptuellement linéaire, annoter

Continue



Discrète



# Palettes séquentielles

## Utilité

Intensité

## Propriétés

1 teinte; le pâle indique une faible intensité

## Faiblesses

Difficile à analyser, affecté par les couleurs environnantes

## Mitigations

Échelle perceptuellement linéaire, annoter

Continue



Discrète



## Autres exemples

viridis



magma



# Palettes divergentes

<b>Utilité</b>	Déviation
<b>Propriétés</b>	2 teinte; le pâle indique le neutre
<b>Faiblesses</b>	Difficile à analyser, affecté par les couleurs environnantes
<b>Mitigations</b>	Échelle perceptuellement linéaire, annoter

Continue



Discrète





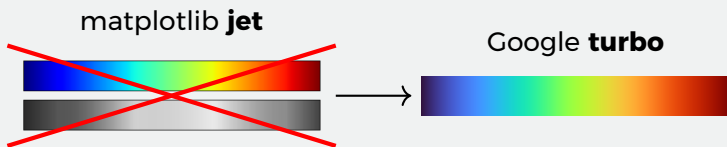
# Palettes divergentes

<b>Utilité</b>	Déviation
<b>Propriétés</b>	2 teinte; le pâle indique le neutre
<b>Faiblesses</b>	Difficile à analyser, affecté par les couleurs environnantes
<b>Mitigations</b>	Échelle perceptuellement linéaire, annoter

Continue



Discrète



# En résumé

Moyen utile, mais plus ou moins fidèle. Pour mitiger les faiblesses :

- ▶ Complémenter l'information (ex. annotations, formes)
- ▶ Palettes « colorblind-safe »
- ▶ **Luminosités** perceptuellement différentes

Outils :

- ▶ ColorBrewer pour des palettes éprouvées
- ▶ Coblis : Simulateur de daltonisme pour vérifier vos figures

Références :

- ▶ seaborn
- ▶ Google turbo

**Bonne session !**