

Méthode de sélection et de configuration des représentations graphiques des corpus d'informations

Cyprien PIERRE 

2025-02-06

Résumé

Rédiger l'abstract ici

Mots clés : Visualisation de données, Graphique, Méthode

Introduction

La visualisation de donnée est une discipline ancienne à la littérature riche et précise. Cependant, il n'existe, à ce jour pas de synthèse opérationnelle ni de méthode harmonisée dans la conception des représentations graphiques des informations. Ce rapport vise à fournir un point de départ cohérent à de futurs travaux en représentation visuelle d'informations. Il est basé sur une revue de littérature rigoureuse et les recommandations qu'il porte sont issues des lectures réalisées. Une tentative est réalisée d'objectiver les usages des diverses représentations.

L'origine de ces travaux prend place dans un besoin grandissant de solution de visualisation d'information dans le secteur de la construction. Les technologies de Big Data, BIM, VDC et les disciplines de la science des données ont fortement pénétré ce secteur sur l'ensemble du cycle de vie des ouvrages.¹ L'utilisation renforcée de l'IoT, l'émèrgence des BIS et BOS et l'intégration des solutions d'intelligences artificielles renforcent d'autant plus la nécessité pour ce secteur de se doter de moyens robuste en exploration et en communication des informations.

Le secteur de la construction est historiquement peu digitalisé en comparaison avec

les autres industries. Pour adresser ce retard, il est important de publier des études opérationnelles claires et industrialisables dont chaque acteur de l'industrie de la construction puisse bénéficier immédiatement. Ce rapport s'inscrit dans cette démarche.

Il existe de multiples manières d'interagir avec un graphique.^{2,3}

Ce rapport aborde les éléments impliquant la mise en oeuvre de solution programmatique d'accessibilité et pouvant intégrer une logique globale de préparation de graphiques numériques tels que :

- L'exploration visuelle
- La lecture des tables
- L'écoute des descriptions
- La sonification des données
- L'interactivité avec les commandes de clavier

Ce rapport n'aborde pas les éléments nécessitant l'emploi de matériels spécifiques tels que :

- L'exploration en réalité mixte
- Les retours haptiques
- L'emploi d'écran à relief (braille)

Démarche

La conduite de cette revue s'est déroulée de la manière suivante : Nous avons commencé par dresser un panorama des types de graphiques existant en nous appuyant sur les travaux de « From Data to Viz »,⁴ « The Graphic Continuum »,⁵ « Lexique Visuel »,⁶ « Insights for ArcGis ». ⁷ Cette première action nous a permis de pré-catégoriser les graphiques selon leurs utilisation.

Ensuite, nous avons étudié les livres de divers auteurs et en avons tirés un ensemble de règles générales quant à la préparation des graphiques. Cela concerne les aspects visuels (couleurs, polices...), des conseils sur la pertinence dans le choix des types graphiques suivant les objectifs attendus, quelques éléments d'accessibilités et des retours d'expériences. Sur cette base, nous avons affiné la catégorisation préétablies et commencé à regrouper les recommandations.

Pour compléter les dispositions propres à l'accessibilité, nous avons étudié le rapport « Centering accessibility in data visualization ». ⁸ Nous en avons tiré un aperçu global des approches possibles pour améliorer l'accessibilité des graphiques ainsi que de nombreux conseils et bonnes pratiques.

En parallèle, nous avons étudié diverses chartes de publications issues de divers médias et institutions. Ces lectures nous ont permis de nourrir les recommandations en matière de conception visuelle des graphiques ainsi que de dresser une liste d'éléments standardisables et d'autres pouvant être laissés libre de personnalisation avec quelques conseils.

Pour finir, nous avons étudié les articles scientifiques publiés sur ces sujets avec une profondeur de recherche à 5 ans. Ce choix de profondeur résulte d'une évolution conséquente depuis le début de la décennie des sciences de l'information. Certains papiers étudiés sont plus anciens mais ont été très régulièrement cités par d'autres publications et nous avons choisis de les considérer. De cette étape, nous avons affiné les recommen-

dations en identifiant les résultats d'expérimentations.

Sémantique

Polices

Le choix d'une police de texte a de multiples impacts sur la perception des graphiques. Il convient de sélectionner une police accessible et de préférence sans sérif pour un usage informatique (Arial, Calibri, Source Sans Pro, Verdana...).⁹ Les polices avec sérif peuvent être considérées pour la production d'éléments imprimés. Il n'y a pas de consensus clair sur l'impact des sérifs sur l'accessibilité des polices.¹⁰ Il n'y a pas non plus de consensus clair sur l'efficacité des polices conçues pour adresser des problématiques d'accessibilités telles que la dyslexie. Il convient d'utiliser une police utilisant une hauteur fixe pour les chiffres.¹⁰

Il est conseillé de restreindre l'utilisation de l'italique car les textes affichés de la sorte sont plus difficiles à lire. Il est également conseillé de limiter l'utilisation de la graisse et du soulignement à des cas spécifiques pour ne pas surcharger les présentations.

La taille de la police joue un rôle majeur dans l'accessibilité du texte. Il est recommandé d'utiliser une hauteur de police de 12 points.⁹ Le nombre de tailles et de type de police doit être limité en nombre.⁹

Certaines polices peuvent être utilisées pour projeter des icônes (NerdFont, State-Face...).¹¹ L'intérêt des icônes est discuté plus tard dans ce rapport.

Il est important de prévoir le chargement de toutes polices non standard (eg. Source Sans Pro, NerdFont...) dans l'interface utilisateur si celles-ci sont utilisées puisqu'elles ne sont probablement pas installées dans le système d'exploitation de l'utilisateur. Prévoir leur chargement vise à assurer la bonne expérience des utilisateurs.

Couleurs

Tables

Une table ou tableur permet d'exposer des données brutes organisées en lignes ou en colonnes.¹²

Sauf mention contraire, les recommandations sur les tables sont issues du livre « Show me the numbers » de Stephen Few.¹⁰ L'auteur y rentre très en détails sur chaque point de paramétrage. Il y indique notamment les orientations en matière de construction de tableur lorsqu'il s'agit du choix premier d'affichage de données. Ce rapport s'intéresse à la conception de graphique. Dans ce cadre, les tableurs sont des éléments complémentaires pouvant être affichés par l'utilisateur pour explorer plus précisément les données préalablement affichées.

Des prescriptions spécifiques à la préparation de tableurs pour certains graphiques sont apportés le cas échéant dans la suite de ce rapport.

Composition

Il est recommandé de séparer les entrées avec un espace vide. Lorsque les données sont présentées en colonnes, l'espace entre deux colonnes doit être plus grand qu'entre deux lignes. Lorsque les données sont présentées en ligne, l'espace entre deux lignes doit être plus grand qu'entre deux colonnes,

Insérer une ligne vide toutes les 5 lignes pour faciliter le balayage visuel.¹³

Utiliser une ligne horizontale pour séparer les entêtes de colonnes des données,

Utiliser une ligne horizontale pour séparer les catégories lorsque les données sont triées par catégories et, ne pas répéter le nom de la catégorie sur toutes les lignes. Les noms des catégories doivent être dans la première colonne, les sous-catégorie dans la seconde colonne, etc. S'il y a plusieurs subdivisions, les noms des catégories doivent être apposées sur la même ligne.

Il convient de rappeler le nom de la catégorie en cas de changement de page et de maintenir la structure du tableur sur toutes les catégories et de rappeler les titres des colonnes en cas de changement de page. Les catégories doivent être ordonnées suivant un ordre logique (eg. chronologique, alphabétique, par classement, etc.)

Ne pas effectuer de rotation sur un tableur, son orientation doit respecter celle du texte du document.

Maintenir les alignements les titres avec celui des données en colonnes.

Chiffres

Aligner les chiffres à droite. Homogénéiser les décimales (généralement 2 ou 3 décimales suffisent suivant le contexte). Indiquer les valeurs négatives avec le symbole « moins » (-), ici la notion de valeur symbolique est importante. Certains choisissent d'identifier les valeurs négatives entre parenthèses, cependant il ne s'agit pas d'une représentation naturelle répondue pour une telle identification. Séparer les digit d'un nombre par un espace tous les 3 caractères. Dans le cas de grands nombres, il convient de les arrondir à la précision utile (dixaine, centaine...). Par défaut, la précision affichée doit correspondre à celle de la source d'information. Si une valeur numérique réfère à une information de catégorie elle doit être traitée comme un texte.

Texte

Aligner les textes à gauche. Centrer les dates et utiliser une convention stricte d'écriture de ces données telles que « YYYY-MM-DD ». ¹⁴ La composition de la date doit être indiqué à l'utilisateur. Le choix du format doit respecter le niveau de précision associée à la mesure. Implicitement, le choix d'un formatage de plus haut niveau que la précision de la mesure induit une agrégation des valeurs. Centrer les données dont la largeur de caractère est fixe.

Sommaire et agrégats

Utiliser une ligne verticale pour séparer les valeurs placées en colonne à droite de toutes les valeurs. Utiliser une ligne horizontale si ces valeurs sont placées en une ligne en bas du tableau. Si ces valeurs sont le message important de votre tableau, il convient de les afficher immédiatement à droite des colonnes de catégories ou immédiatement en dessous des entêtes de colonnes, suivant la nature du sommaire.

Les produits d'un calcul doivent être affichés dans la colonne immédiatement à droite de la colonne source de données.

Mise en évidence

Si des valeurs spécifiques doivent être mises en avant, il est possible d'utiliser l'une ou l'autre de ces solutions :

- mettre le texte en gras,
- remplir la cellule d'une couleur.

Il est recommandé de limiter cette opération à un nombre réduit de valeur. Si cela n'est pas possible, il convient de sélectionner un autre mode de visualisation.

Méthode de sélection

Graphiques

Marqueur

Affiche une valeur simple, plus pertinent lorsqu'associé à une tendance sur une période donnée.¹²

Jauge

Représentation métaphorique la vitesse d'un système.

Tiret

Présentation d'une valeur mesurée ou calculée au regard d'une valeur cible.⁶ Pertinent

lors de la réalisation d'un benchmark.¹²

Barre divergente

Affiche correctement un ensemble de valeur quantitative triées par catégories lorsque des valeurs négatives sont utilisées.⁶ L'axe des abscisses doit être égal à 0 et toutes les barres doivent être projetées depuis cet axe.

Barres divergentes empilées

Utilisé pour illustrer les résultats d'enquêtes impliquant un sentiment.⁶ Les barres doivent être calculées en pourcentage et alignées à 100% comme pour une partie d'un ensemble. Les réponses sont affichées de façon ordonnée et du plus négatif au plus positif. Il convient d'utiliser une palette de couleur divergente. Lors de la préparation d'une enquête impliquant des sentiment, il est conseillé de proposer un choix de valeur paires pour éviter les votes neutres sauf si la représentation de l'indifférence est une volonté de l'étude. De plus, **expliquer la limite de nombre de zones facile à visualiser** (max 6 ?)

Spine

Utilisé pour afficher la quantité de réponses négatives et positives à une question. Le spine divise une valeur quantitative unique en deux composants distinct contrasté par un déterminant binaire.⁶ Utilisé pour afficher la quantité de réponses négatives et positives à une question.

Horizon

Permet de vérifier un équilibre entre deux borne par rapport à une base.⁶ Utilisé pour suivre l'évolution d'une variable dans le temps et devant respecter un écart-type (eg. tension à 230V +/- 5%). L'information la plus importante est le dépassement de l'écart-type. Pour correctement mettre en évidence ces phénomènes, il est recommandé d'utiliser une palette de couleur de

Cascade

Affiche les gains et pertes entre deux états d'un système.¹⁵ Utilisé principalement pour les analyses financières.⁶

Bougies

Illustre les évolutions d'un stock sur une temporalité donnée. La ligne indique l'état le plus haut et l'état le plus bas de la journée. La barre indique l'état de l'ouverture et de la clôture de la période.¹⁶ Il convient d'utiliser une palette de couleur binaire pour contraster les périodes aux soldes positifs des périodes aux soldes négatifs.

Nuage de point

Représente la relation entre deux variables continues.⁶ La couleur est utilisée pour distinguer les catégories. Si des milliers de points de données sont à afficher, il est préférable d'utiliser soit :

- des cercles ouverts
- des petits cercles
- des cercles avec une transparence Cela permet de limiter le masquage des points de données par surimposition.⁹

Nuage de bulle

Il s'agit d'un nuage de point dont la taille des bulles est utilisée pour représenter une troisième valeur quantitative.⁶

Matrice de température

Représentation graphique d'une table de valeur homogène.¹⁷ Intéressante pour afficher une tendance lorsqu'un très grand nombre d'information est impliqué.

En utilisant une palette de couleur séquentielle, un lecteur aura tendance à considérer une couleur sombre comme une valeur haute. En utilisant une palette de couleur divergente (eg. basée sur la température de la couleur), ce phénomène s'estompe.

L'organisation des catégories changeant la forme de la matrice de température, il convient de retenir une organisation par valeur croissante ou décroissante à une colonne donnée. Il convient de signaler cette configuration au lecteur.¹⁸

Matrice de bulle

Ce graphique est une version agrégée du nuage de bulle et de la matrice de température.

Il simplifie la visualisation des relations entre un couple de variable. À réserver pour un usage d'exploration de données.¹⁷ La taille des bulles représente la force de la corrélation. Cette force est la représentation du coefficient de Pearson.¹⁹

La couleur peut être utilisée pour distinguer les catégories (à vérifier). Elle peut être également utilisée comme double encodage de la corrélation (à vérifier).

Le tableau associé est une matrice de corrélation organisant les valeurs de coefficient de Pearson.

Pareto

Ce type de graphique montre la relation entre les valeurs quantitatives de catégories organisées en colonne ordonnée et la valeur cumulée affichée en ligne brisée. Le premier point de la ligne vérifiant ($\tau \geq 80\%Total$) est affichée. Est utilisé pour illustrer les éléments importants dans un système qualité.

Arbre de mot

Représente les liens sémantiques. Utilisé pour classer les réponses textuelles d'une enquête. (voir Paige Jarreau) Utilisé pour illustrer l'usage des mots dans un texte. (voir Martin Wattenberg & Fernanda Viegas 2007) La taille des mots représente la fréquence de leurs usages.¹¹

Histogramme

Utilisé pour afficher une seule distribution statistique de donnée. Il n'y a pas d'espace entre deux barres ce qui permet de favoriser la forme de la distribution.⁶ La nature du graphique (barre) implique un calcul d'agrégat pour chaque barre. La largeur de l'agrégat est à évaluer au regard du niveau de détail souhaité. L'histogramme n'est pas adapté à l'affichage de l'ensemble des valeurs, pour cela il convient d'utiliser une courbe de densité.

Polygone de fréquence

Utilisé pour afficher simultanément plusieurs distributions de données. Fonctionne comme un histogramme. Chaque agrégat est représenté par un point et ils sont reliés entre eux par un segment droit. Pour faciliter la lecture, il convient de limiter le nombre de distributions affichées à 4⁶ ce qui correspondant notamment au nombre de symboles aisément discriminables.

Courbe de densité

La densité représente la probabilité de distribution des variables.¹⁷ Pertinent lorsque le nombre de données est très grand, autrement il convient d'utiliser un histogramme.²⁰ En cas d'affichage de plusieurs courbes, utiliser des remplissages transparents pour faciliter la distinctions. L'air de la courbe est usuellement égal à 1 et de ce fait, l'échelle de l'axe des ordonnées dépend de l'axe des abscisses.²⁰

Courbe cumulative

Utilisé pour représenter une distribution inégale. L'axe des ordonnées est toujours la fréquence cumulative et l'axe des abscisses est toujours une mesure.⁶

Bande de valeur (strip plot)

Affiche les points de données d'une catégorie. Les points sont légèrement décalés

les uns des autres par un offset pour éviter le masquage de données par surimposition. Ce type de graphique peut être associé à un graphique en violon ou en lignes de crêtes lorsque l'on veut exposer graphiquement les données sources des tracés.²⁰

Boite à moustache

Résume les distributions multiples en montrant la médiane et l'étendue des données.⁶ Est plus efficace lorsqu'il y a de nombreuses mesures pour une entrée et que leur distribution doit être représentée (eg : mesure médiane, basse, haute, incertitude...).¹²

Valeur lettrée

Représente chaque découpage statistique ($x\sigma$) par une boîte distincte. Convient en remplacement des boîtes à moustache lorsqu'il y a un très grand nombre de données disponibles. Permet de faire des estimations fiables.^{21,12}

Violon

Représente fidèlement les distributions d'un très grand nombre de données.⁶ Utilisé pour faire des comparaisons entre des catégories.¹² Très pertinent pour représenter les distributions bimodales.²⁰ Le tracé du demi-violon est identique au tracé d'une courbe de densité. Celui-ci commence à la valeur la plus petite et termine à la valeur la plus grande.

Mini-graphe (spark line)

Affiche la tendance d'évolution d'une variable ou d'une catégorie. Est généralement intégré dans un tableur. N'affiche aucun autre élément que la courbe et un point symbolisant l'état actuel. Cette représentation est très macroscopique et vise à susciter un sentiment plutôt que d'exposer une valeur précise.¹⁶

Bulle proportionnelle ordonnée

Utilisé pour illustrer les grandes variations de quantité pour différentes catégories et lorsque la distinction des nuances n'est pas primordiale. Les bulles doivent être dimensionnées par leur surface pour éviter d'exagérer les différences.¹⁵ Ce type de graphique utilise un double encodage de la quantité : la position et la taille.²² Bien que ce type de représentation soit considéré comme engageant, il convient d'utiliser un graphique en barre ordonnée à la place lorsque l'évaluation des différences entre catégories est importante.¹⁵

Barre ordonnée

Doit être affiché à l'horizontal s'il y a beaucoup de valeur à afficher ou si les labels des catégories s'entrevêchent.⁶ Est plus lisible pour un nombre limité d'entrées.¹²

Lollipop

Utilisé pour afficher la position dans une liste ordonnée lorsque l'affichage de la valeur est moins important que la position.⁶ Également très efficace comparé aux barres horizontales lorsqu'il y a un grand nombre de catégorie dans le classement.¹² Si une ligne connecte le point de la valeur à l'axe des ordonnées, l'axe des abscisses doit commencer à 0, autrement cela n'est pas obligatoire.

Haltères

Utilisé pour comparer un minimum et un maximum de plusieurs catégories.⁶ La relation entre le maximum et le minimum d'une catégorie est représenté par la barre reliant les deux valeurs.¹²

Peut être utilisé pour illustrer le changement d'une valeur entre deux états donnés. Dans ce cas, il convient de flécher le sens du changement de l'état antérieur vers l'état final.

Dans ces deux cas de figures, les catégories doivent être ordonnées de la plus grande valeur à la plus petite.

Les haltères sont toujours affichés à l'horizontal.

Pente

Affiche la variation des valeurs ou ratios des catégories entre deux états donnés.⁶

Bosses

Affiche l'évolution d'un classement entre différents jalons.^{12,6} Ce graphique n'affiche pas les valeurs sous-jacentes mais uniquement le positionnement de la catégorie dans le classement.²³ Si la valeur source est également à représenter, ce graphique peut se transformer en graphique en ruban, combinant les dispositions du graphique en bosse avec celles du graphique de Sankey.²³

Barre jumelée

Permet d'afficher plusieurs séries devient plus difficile à lire avec plus de deux séries.⁶

Barre empilées

Représente le total de chaque catégorie et la proportion de leurs composantes, les composantes doivent être homogènes si les proportions sont plus importantes que les totaux, considérer l'utilisation de barres assemblées à 100%.¹²

Ligne de crête

Lignes de densités séparées par un offset et utilisé pour comparer la distribution entre les groupes. Parfait lorsque les schémas de distributions sont bien distincts entre les groupes.¹²

Ligne

Façon standard de montrer une série temporelle.⁶ Mieux lorsqu'il y a moins de 5

lignes.¹² Ne pas hésiter à séparer les graphiques lorsqu'il y a plus de 4 séries de données simultanées (ref?)

Eventail

Utilisé pour montrer l'incertitude des projections futures.⁶

Nuage de point connecté

Montre l'évolution des données pour deux variables pertinentes si le modèle de progression est clair.⁶

Stemgraph

A privilégier lorsque la visualisation des changements en proportions au fil du temps est plus importante que les valeurs individuelles.⁶

Chandelier

Affiche des bilans quotidiens (eg. ouverture, fermeture, point haut, point bas).⁶ La couleur est utilisée pour représenter la direction de l'évolution de la valeur (augmente, descend).

Chronologie verticale

Affiche le temps sur l'axe Y. Particulièrement adapté à l'affichage sur mobile.⁶

Sismographe

Pour montrer des séries à grandes variations dans les données.⁶

Chronologie circulaire

Pour l'affichage des valeurs discrètes de taille variable à travers de multiples catégories.⁶

Frise de Priestley

Parfait lorsque la date et la durée sont des éléments clés dans l'histoire de la donnée.⁶

Carte de fréquentation

Excellente visualisation pour suivre la fréquence d'une activité. Favorise la quantité à la qualité (exemple : github).⁶

Diagramme circulaire

Diagramme standard, difficile à lire.⁶ Limiter à 5 entrées maximum¹²

Donut

Comme le diagramme circulaire, le centre peut être utilisé pour afficher un total ou encore une icône.⁶

Treemap

Utilisé pour les relations hiérarchiques d'une partie vers l'ensemble. Difficile à lire s'il y a trop d'éléments affichés.⁶ Le découpage des boîtes n'a pas besoin d'être ordonné, il peut y avoir plus de 2 niveaux de hiérarchie.¹²

Arc

Hémicycle, souvent utilisé pour visualiser la composition d'un effectif.⁶

Voronoi

Semblable à un diagramme de bulle mais transformées en zones dont l'ensemble des points de chacune est plus proche du centre de sa zone que de tout autre centroïde.⁶

Quadrillage

Adapté à l'affichage des informations en pourcentages. Fonctionne mieux avec des entiers naturels.⁶ Généralement en grille de 10 x 10 carrés (pour un total de 100). Chaque carré

représente 1% d'un tout. Les carrés sont colorés sur la base de la taille d'une catégorie dans un groupe.¹²

Symbole groupé

Utile lorsqu'il est utile de compter ou de mettre en évidence des éléments individuels organisés en barre ou en colonne.⁶ Cependant, ce type de graphique n'est pas efficace dans cette action car il incite le lecteur à compter chaque point, ce qui peut s'avérer décourageant.²⁴ Un certain usage peut être imaginé à des fins décoratives visant à illustrer un élément déjà explicité dans un texte. Un graphique en barre ordonné est à privilégier aux symboles groupés.

Pictographe

Utilisation hautement contextuelle limiter strictement à l'affichage d'entiers naturels.⁶ Les pictographes peuvent augmenter significativement la précision d'acquisition d'un écart de ratio ainsi que la rapidité de la visualisation d'un minimum ou d'un maximum entre des catégories.²⁵ A la manière des symboles groupés, si la transmission de valeurs précises est importante, il convient d'utiliser un graphique en barre ordonné à la place.²⁵

Marimeko

Visualisation de la taille et des proportions d'un ensemble homogène de données.⁶ Exemple : répartition des parts de marché de 3 entreprises sur un axe et taux dans 3 catégories de marché pour chacune

La couleur peut être utilisée pour mettre en évidence une valeur.¹⁵ Attention au biais de corrélation lorsque ce graphique est utilisé pour représenter plusieurs variables.¹⁵

Radar

Représentation compacte de la valeur de variables hétérogènes pour un seul système.⁶

Coordonnées parallèles

Montre en simultané la valeur de variables hétérogènes pour plusieurs systèmes. Permet de valoriser la valeur.⁶ Pratique pour observer les schémas et relations entre les systèmes.¹²

Groupes de mots

Affiche des nuages de mots organisés en groupes sémantiques. La taille des mots indique leur fréquence d'utilisation dans le corpus étudié. La couleur des groupes peut représenter un choix de données qualitative (catégorisation).¹⁷ Cette visualisation est une méthode d'exploration de texte utile pour réaliser une synthèse macroscopique. Il convient de filtrer les mots vides dit « stop-words » pour nettoyer la composition des nuages.¹¹ Des listes de mots vides peuvent être trouvées à l'adresse <https://github.com/stopwords-iso/>.

Etats parallèles

Montre les changements sur un flux entre un état et au moins un autre. Adapté au tracé d'un processus complexe.⁶

Sankey

L'épaisseur représente la part d'un événement. Chaque flèche représente l'entrée ou la sortie d'élément sur le système étudié.¹² Parfait pour suivre un flux physique (ref?)

Réseau

Utilisé pour montrer la force et l'interconnectivité des relations de types différents.⁶ La position des nœuds n'a pas de fonction logique. Elle vise à rendre le diagramme le plus lisible possible.¹²

Corde

Illustre les flux bidirectionnels et le gagnant net dans une matrice.⁶

Tunnel

Utilisé pour suivre l'engagement d'une population (taille) à chaque étape d'un processus (barre).¹²

Etudes futures

Des études complémentaires pourraient être menées sur les sujets suivants :

- La conception de librairies de graphiques accessibles fonctionnant aussi bien dans un usage web que dans les PDF,

Evolution

La table de donnée sous-jacente doit être organisée par colonne de valeur temporelle croissante.

References

Références

1. ASIA UNIVERSITY, TAICHUNG, TAIWAN; CHEN, Chiung-Hui. Research on the Application of Function-Technology-Aesthetics Framework in the Design Knowledge Modelling of Data Visualization. *Journal of Advances in Information Technology* [en ligne]. 2020, p. 10–14 [visité le 2025-01-22]. ISSN 17982340. Disp. à l'adr. DOI: [10.12720/jait.11.1.10-14](https://doi.org/10.12720/jait.11.1.10-14).
2. Centering Accessibility in Data Visualization. In: *Centering Accessibility in Data Visualization*. Urban Institute, 2022, p. 4–8. Do Not Harm Guide, no. 3.
3. FRANK ELAVSKY. The Right Tools for the Job: Learning and Building for Data Visualization and Accessibility. In: *Centering Accessibility in Data Visualization*. Urban Institute, 2022, p. 10–18. Do Not Harm Guide, no. 3.
4. YAN HOLTZ; CONOR HEALY. *From Data to Viz*. 2018. Aussi disponible à l'adresse: data-to-viz.com.
5. JONATHAN SCHWABISH; SEVERINO RIBECCA. *The Graphic Continuum* [en ligne]. 2014 [visité le 2024-07-18]. Disp. à l'adr.: <https://www.informationisbeautifulawards.com/showcase/611-the-graphic-continuum>.
6. *Lexique Visuel*. [N.d.]. Aussi disponible à l'adresse: <https://github.com/Financial-Times/chart-doctor/tree/main>.
7. *Insights for ArcGIS* [en ligne]. 2017 [visité le 2024-07-18]. Disp. à l'adr.: <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/fr-fr/media/pdf/data-visualization-options-in-insights-3.0.pdf>.
8. *Centering Accessibility in Data Visualization*. Urban Institute, 2022. Do Not Harm Guide, no. 3.
9. KRAUSE, Andreas; RENNIE, Nicola; TARRAN, Brian. Best Practices for Data Visualisation [en ligne]. 2024, p. 1–72 [visité le 2024-12-30]. Disp. à l'adr. DOI: [10.5281/ZENODO.10600718](https://doi.org/10.5281/ZENODO.10600718).
10. Table Design. In: *Show Me the Numbers - Designing Tables and Graphs to Enlighten*. Seconde Edition. Burlingame, California: Analytics Press, 2012, p. 155–190. ISBN 978-0-9706019-7-1.
11. Qualitative. In: *Better Data Visualizations: A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks* [en ligne]. New York: Columbia University Press, 2021, p. 311–326 [visité le 2025-01-09]. ISBN 978-0-231-55015-4. Disp. à l'adr. DOI: [10.7312/schw19310](https://doi.org/10.7312/schw19310).
12. MIKE YI. *How to Choose the Right Data Visualization*. Chartio, 2020. Aussi disponible à l'adresse: <https://res.cloudinary.com/dun3slcfg/image/upload/v1711993110/cloud-files/How-to-Choose-the-right-data-visualization.pdf>.
13. *Ergonomie de l'interaction Homme-Système - Partie 125: Recommandations Relatives à La Présentation Visuelle d'informations*. AFNOR, 2017. No. NF EN ISO 9241-125.
14. *Date et Heure - Représentations Pour l'échange d'information - Partie 1: Règles de Base*. 2019. No. ISO 8601-1.
15. Comparing Categories. In: *Better Data Visualizations: A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks* [en ligne]. New York: Columbia University Press, 2021, p. 68–132 [visité le 2025-01-09]. ISBN 978-0-231-55015-4. Disp. à l'adr. DOI: [10.7312/schw19310](https://doi.org/10.7312/schw19310).

16. Distribution. In: *Better Data Visualizations: A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks* [en ligne]. New York: Columbia University Press, 2021, p. 179–216 [visité le 2025-01-09]. ISBN 978-0-231-55015-4. Disp. à l'adr. DOI: [10.7312/schw19310](https://doi.org/10.7312/schw19310).
17. The Graphics. In: *Data Visualization Made Simple: Insights into Becoming Visual*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2019, p. 43–70. ISBN 978-1-138-50387-8 978-1-138-50391-5.
18. Visualizing Amounts. In: *Fundamentals of Data Visualization* [en ligne]. 1st. O'Reilly Media, 2019, p. 45–58 [visité le 2024-12-30]. ISBN 978-1-4920-3108-6. Disp. à l'adr.: <https://clauswilke.com/dataviz/>.
19. Relationship. In: *Better Data Visualizations: A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks* [en ligne]. New York: Columbia University Press, 2021, p. 249–288 [visité le 2025-01-09]. ISBN 978-0-231-55015-4. Disp. à l'adr. DOI: [10.7312/schw19310](https://doi.org/10.7312/schw19310).
20. Visualizing Many Distributions at Once. In: *Fundamentals of Data Visualization* [en ligne]. 1st. O'Reilly Media, 2019, p. 81–92 [visité le 2024-12-30]. ISBN 978-1-4920-3108-6. Disp. à l'adr.: <https://clauswilke.com/dataviz/>.
21. HOFMANN, Heike; WICKHAM, Hadley; KAFADAR, Karen. Letter-Value Plots: Boxplots for Large Data. *Journal of Computational and Graphical Statistics* [en ligne]. 2017, vol. 26, no. 3, p. 469–477 [visité le 2025-02-04]. ISSN 1061-8600, ISSN 1537-2715. Disp. à l'adr. DOI: [10.1080/10618600.2017.1305277](https://doi.org/10.1080/10618600.2017.1305277).
22. Visualizing Associations among Two or More Quantitative Variables. In: *Fundamentals of Data Visualization* [en ligne]. 1st. O'Reilly Media, 2019, p. 117–130 [visité le 2024-12-30]. ISBN 978-1-4920-3108-6. Disp. à l'adr.: <https://clauswilke.com/dataviz/>.
23. Time. In: *Better Data Visualizations: A Guide for Scholars, Researchers, and Wonks* [en ligne]. New York: Columbia University Press, 2021, p. 133–178 [visité le 2025-01-09]. ISBN 978-0-231-55015-4. Disp. à l'adr. DOI: [10.7312/schw19310](https://doi.org/10.7312/schw19310).
24. Silly Graphs That Are Best Forsaken. In: *Show Me the Numbers - Designing Tables and Graphs to Enlighten*. Seconde Edition. Burlingame, California: Analytics Press, 2012, p. 271–294. ISBN 978-0-9706019-7-1.
25. TRAN, Tien; LEE, Hae-Na; PARK, Ji Hwan. Discovering Accessible Data Visualizations for People with ADHD. In: *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* [en ligne]. Honolulu HI USA: ACM, 2024, p. 1–19 [visité le 2025-01-22]. ISBN 979-8-4007-0330-0. Disp. à l'adr. DOI: [10.1145/3613904.3642112](https://doi.org/10.1145/3613904.3642112).