

Responsables :
Charles Hounton et
Christine Zanin

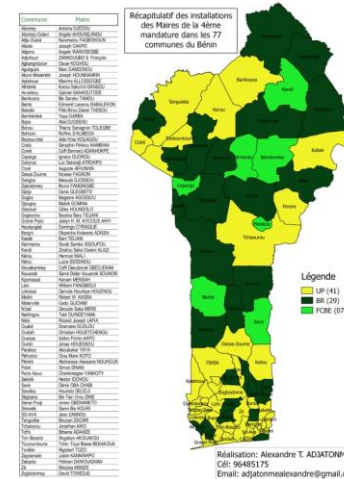
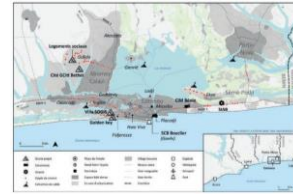
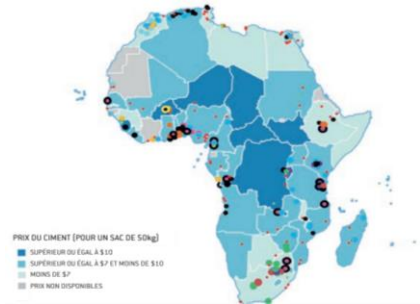
Objectif : être capable de construire une représentation cartographique à partir de données quantitatives ou qualitatives.

Cet objectif implique de maîtriser les règles physiologiques et règles culturelles pour représenter graphiquement des données spatiales. Maîtriser les règles de sémiologie graphique

Compétences visées :

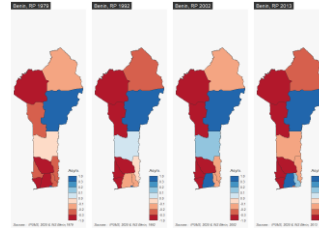
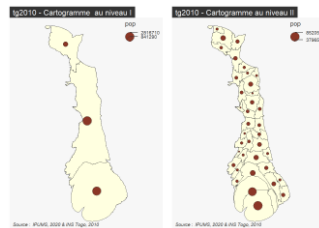
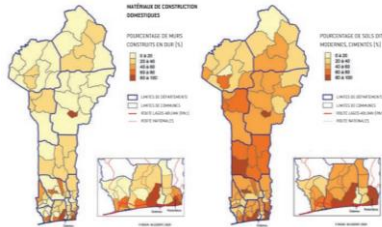
- ✓ *savoir* utiliser les variables visuelles (mode de représentation)
- ✓ *savoir* lier types de données et variables visuelles
- ✓ *savoir* discrétiser des données (mettre en classes)
- ✓ *savoir* habiller l'image cartographique savoir mettre en scène selon l'objectif visé de la carte et le public

INTRO – Comparer les réalisations pour comprendre la notion d'efficacité cartographique



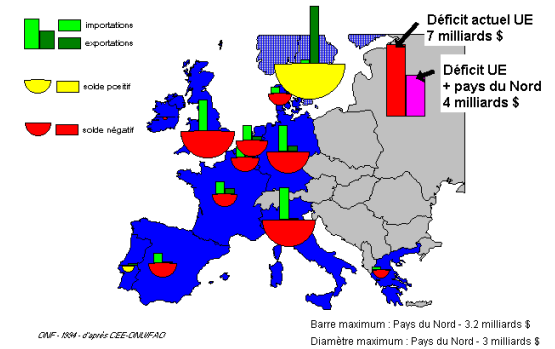
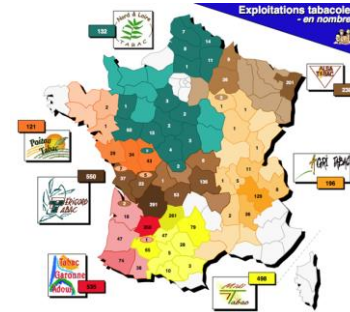
Exemples de cartes extraites de : Armelle Choplin, Matière grise de l'urbain. La vie du ciment en Afrique, Genève, MétisPresses, 2020, 252 p.

<https://www.metispresses.ch/en/matiere-grise-de-l-urbain-numerique>



Carte du nombre de sièges/parti aux élections communales au Bénin en 2020

INTRO – Comparer les réalisations pour comprendre la notion d'efficacité cartographique



Source :
<https://www.data.gouv.fr/fr/ressources/nouvelle-carte-des-cas-par-departements/> 14 avril 2020

L'échelle est la suivante :

VERT de 0 à 50 cas actuellement hospitalisés

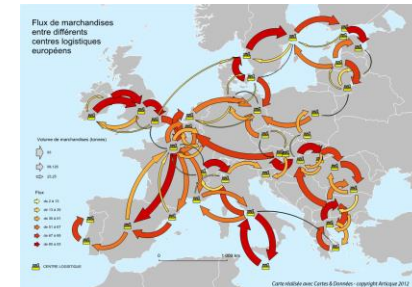
BLEU de 50 à 100 cas actuellement hospitalisés

JAUNE de 100 à 200 cas actuellement hospitalisés

ORANGE de 200 à 500 cas actuellement hospitalisés

ROUGE de 500 à 1000 cas actuellement hospitalisés

NOIR plus de 1000 cas actuellement hospitalisés

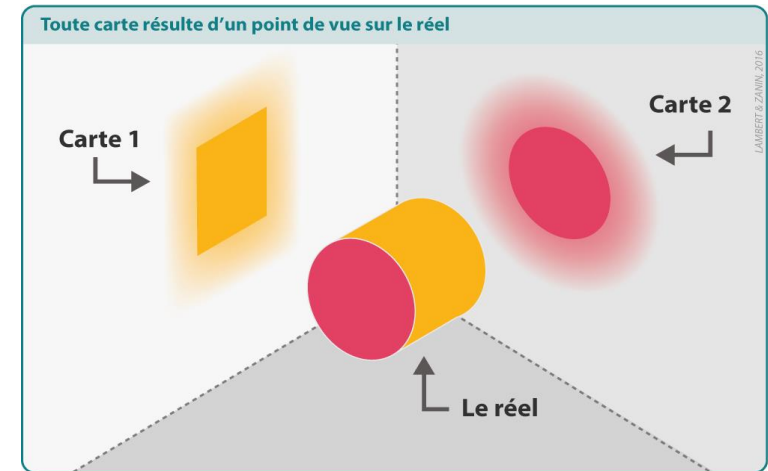


1 – Sémiologie graphique et langage cartographique

1.1 Définitions

Une carte est une image simplifiée et codifiée de l'espace géographique, qui représente ses caractéristiques et/ou son organisation. Elle résulte de l'acte créateur et des choix de son auteur.

La carte = image construite et mise en scène



1 – Sémiologie graphique et langage cartographique

Une carte c'est :

- L'expression d'un espace
- la localisation de la nature
- L'évaluation de l'importance des phénomènes

Ce que la carte exprime est sur la carte

La carte met en valeur des formes et des configurations spatiales

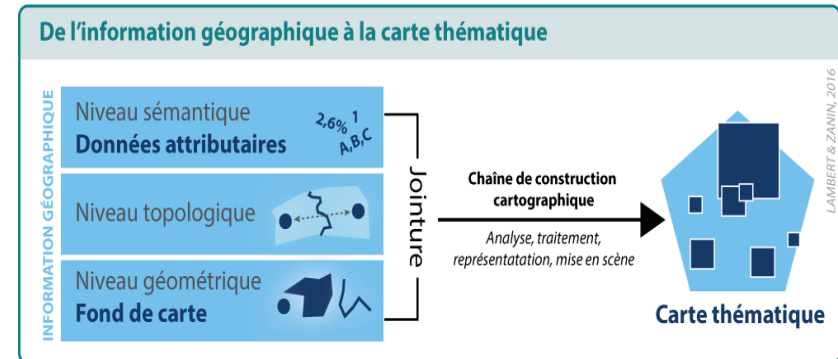
1 – Sémiologie graphique et langage cartographique

Il existe **deux types**
d'information géographique

les informations de base
ou dites de référence
(ex.: Référentiel
à Grande Echelle)

les informations thématiques concernant un
domaine thématique particulier (*environnement,
transport, réseaux d'utilités, foncier, etc.*) venant
enrichir la description d'un espace ou d'un
phénomène défini par des informations de base

L'information géographique constitue la
matière première du cartographe. Faire une
carte, c'est transformer l'information
géographique en image.



Source : Lambert N., Zanin C., Manuel de cartographie, A. Colin 2016 p. 27

Tout l'art de la cartographie thématique est dans l'expression de ce qui doit « sauter au yeux » : "figuration cartographique".

Figuration cartographique : moyen pour traduire graphiquement des phénomènes. C'est la représentation graphique des phénomènes ou simplement des données sur la carte. Jacques Bertin parle de "sémiologie graphique" (dictionnaire du langage graphique visuel).

Sémiologie graphique : la sémiologie graphique est un ensemble des règles permettant l'utilisation d'un système graphique de signes pour la transmission d'une information. (Jacques Bertin 1967).

Le langage cartographique se compose d'une combinaison de signes graphiques élémentaires pour former des figurés en fonction de **7** variables visuelles.

1.2 Langage cartographique

le langage cartographique doit être :

- **Visuel** : respect des règles de la perception visuelle
- **Universel** : utilisation de signes conventionnels
- **clair et cohérent** : économie de la communication

Le langage cartographique regroupe l'ensemble des moyens graphiques ***pour différencier, comparer, ordonner et mémoriser les informations transcrites sur la carte***

Les éléments constitutifs du **langage cartographique** sont :

- *Les signes graphiques élémentaires*

Le point



Le trait



La tâche



- *Les figurés ou figuration*

... qui permettent de construire des figurés cartographiques
= organisation graphique de signes élémentaires

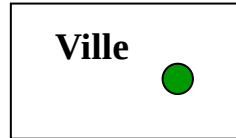
- *L'Implantation*

L'implantation concerne le lieu et pas la donnée

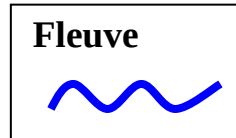
- *Les variables visuelles*

*Les variables visuelles sont des moyens graphiques qui
permettent de différencier les données représentées dans le plan
de la carte*

**Implantation
Ponctuelle**



**Implantation
Linéaire**



Implantation Zonale



MAIS

Figuré zonal =
la tâche de couleur



L'implantation est la **localisation géographique** des données et la **transcription cartographique** d'un objet géographique dans le plan **de la carte**, c'est-à-dire *la façon de disposer l'élément graphique ou figuré sur l'image cartographique*

implantation => **notion graphique**

localisation => **notion géographique**

L'implantation ponctuelle

Une donnée peut être représentée par une surface aussi petite que possible, appelée **point**, mise en place sur une position bien définie (exemples : puits, villes, villages, lacs). Un point est un lieu du plan, géométriquement sans surface. Son centre a une position parfaitement définie qui n'a aucune signification de surface. Ce point est donc la représentation de coordonnées (x ; y) dans un repère donné.

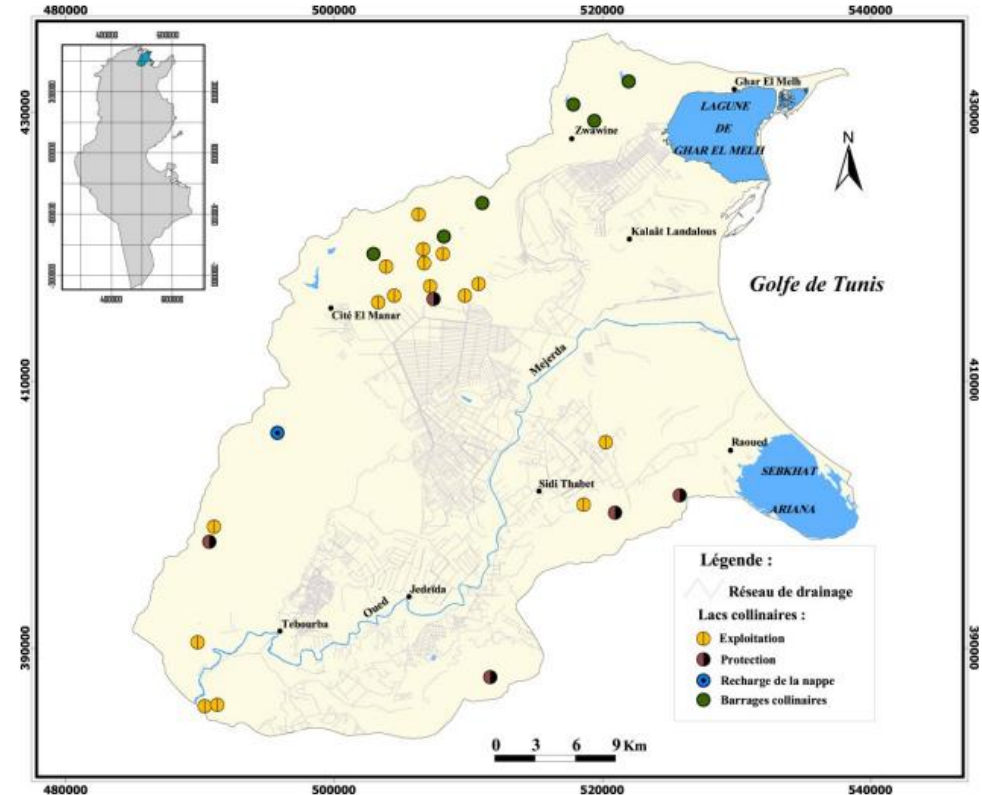
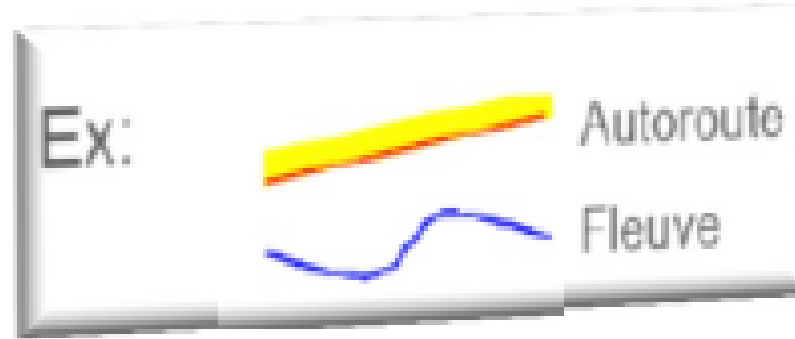


Fig. : Typologie des lacs dans le delta de Mejerda (carte de répartition des lacs collinaires au 1/500000, réalisée par DEROUICHE M.C., 2004)

L'implantation linéaire

On parle d'implantation linéaire, lorsqu'une donnée est représentée par une ligne qui est un figuré sans surface mais avec une longueur (exemples : oueds, canaux, chemins de fer). Ces segments changeront d'épaisseur et/ou de couleur en fonction de l'information que l'on souhaite visualiser.



L'implantation zonale

Une donnée peut être représentée sur la carte par une zone ou une plage (implantation zonale). Elle est donc représentée par une surface réelle, homologue et proportionnelle à la surface correspondante sur la terre, dans le rapport de l'échelle.

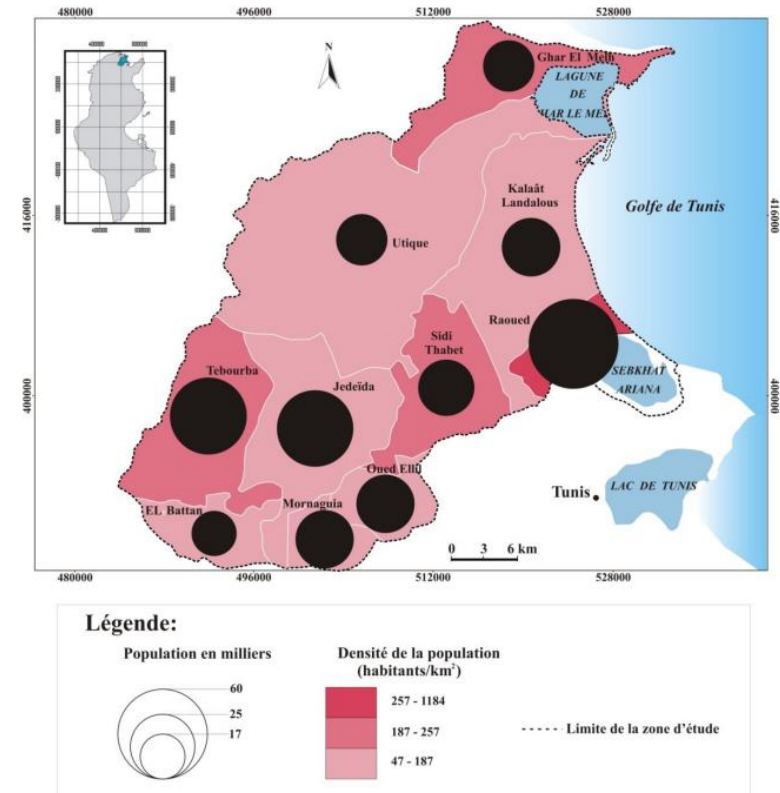
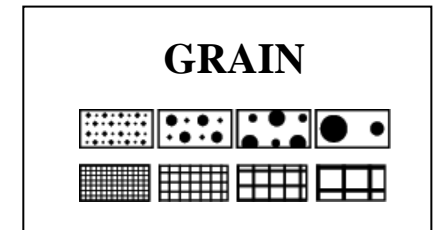
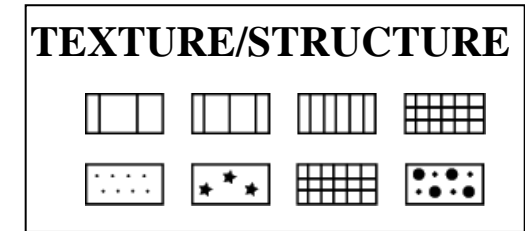
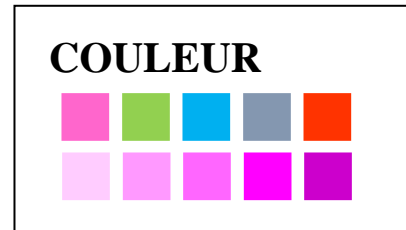
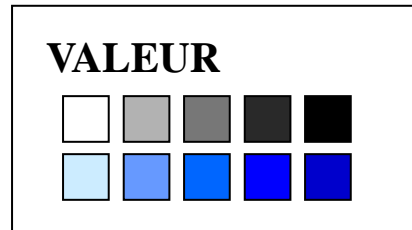
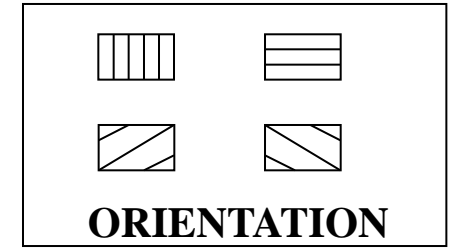
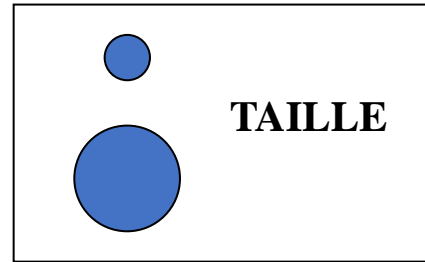
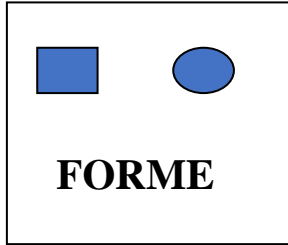


Fig. : Densité de la population dans le delta de Mejerda en 2004 (INS, 2004)

1.3 Les variables visuelles

7 variables visuelles

- **forme** ➡ traduit des relations différentielles ou d'équivalence entre les données
- **taille** ➡ traduit des relations ordonnées ou quantitatives
- **valeur** ➡ traduit des relations ordonnées
- **couleur** ➡ traduit des relations différentielles, d'équivalence ou ordonnées
- **orientation** ➡ traduit des relations différentielles ou d'équivalence
 - **grain** ➡ traduit des relations ordonnées
 - **texture-structure** ➡ traduit des relations différentielles ou ordonnées



En plus de ces six variables visuelles, qui expriment en troisièmes dimension les caractéristiques d'un objet ou d'un phénomène, on distingue deux autres dimensions qui sont les deux composantes de localisation appelés aussi composantes géographiques ou variables de position (x et y).

Toutes les variables visuelles ne possèdent pas la même aptitude à exprimer les mêmes informations.

Définir le type d'information à représenter permet de choisir la variable visuelle la plus adéquate.

1.4 Propriétés des variables visuelles Niveaux de perception

La perception associative

Perception capable de mettre en évidence les ressemblances ou les similitudes entre les objets ou les phénomènes cartographiés de natures différentes. Cette propriété permet de regrouper spontanément en un seul grand ensemble (habitat, végétation,...), les différents objets d'un thème. Elle est dissociative dans le cas contraire. La variable visuelle forme est essentiellement associative.

Ex : selon son caractère ponctuel (petits triangles assimilables à de petits ronds).
Les variables visuelles taille et valeur peuvent être dissociative.

La perception sélective ou la différenciation



La relation d'ordre est la faculté de pouvoir appréhender une hiérarchie sans ambiguïté: une série ordonnée de valeurs relatives (densités de populations) pourra être utilement représentée par des densités graphiques ordonnées (valeurs de gris du blanc au noir). Cette propriété concerne la valeur et à moindre degrés la taille.

NB : En cartographie la couleur n'est ordonnée que dans certaines conditions. Sur quel critère visuel pourrait-on dire que le vert précède le bleu et suit le rouge ? Les longueurs d'ondes sont la référence indispensable en colorimétrie pour définir et classer les couleurs, les longueurs d'ondes n'ont aucune correspondance directe avec nos sensations psychosensorielles.

La perception ordonnée



Propriété qui permet d'identifier le caractère original d'un élément ou d'un groupe d'éléments parmi les autres. Elle met en évidence des différences entre les objets ou les phénomènes, de manière à isoler parmi d'autre ceux qui appartiennent à une même catégorie. Cette propriété concerne toutes les variables visuelles avec une plus grande efficacité pour la taille et la valeur.

La perception quantitative



Si elle permet d'établir un rapport numérique ou une pondération entre les catégories d'une même composante (précipitation annuelle, nombre de touristes dans une ville). Seule la variable visuelle taille qui possède la perception quantitative (elle est souvent utilisée sous forme de cercles de tailles proportionnelles à des quantités).

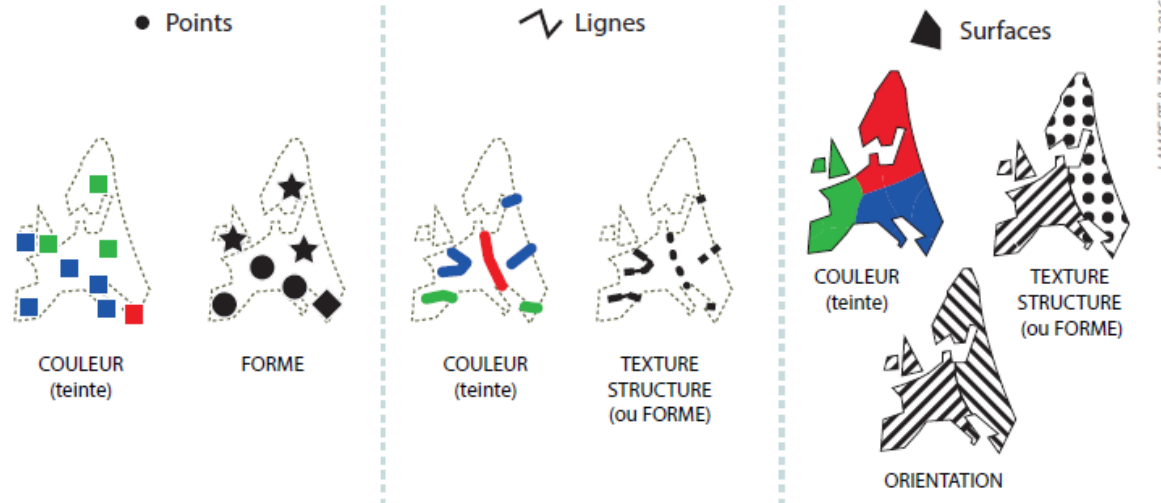
3 types d'information selon la nature des données à représenter

➤ **Différentielles** : Ex : une nomenclature d'objets, une typologie, différentes catégories sans aucun ordre (*caractère qualitatif nominal*)

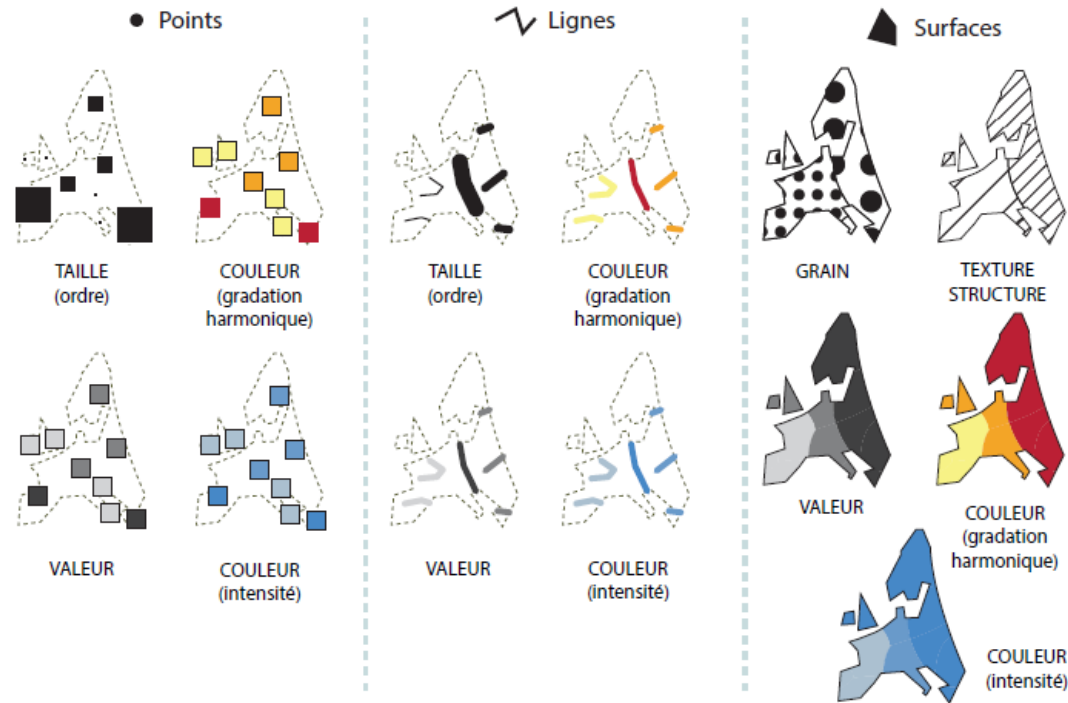
➤ **Ordonnées** : Ex: les périodes géologiques, un ordre chronologique, une densité, un taux ... Il existe un ordre entre les éléments en lien avec les valeurs ou état présentés par le caractère observé. (*Caractère quantitatif relatif et caractère qualitatif ordonné*)

➤ **Quantitatives** : Ex: des mesures, des proportions absolues, des quantités, un nombre de (*Caractère quantitatif de stock*)

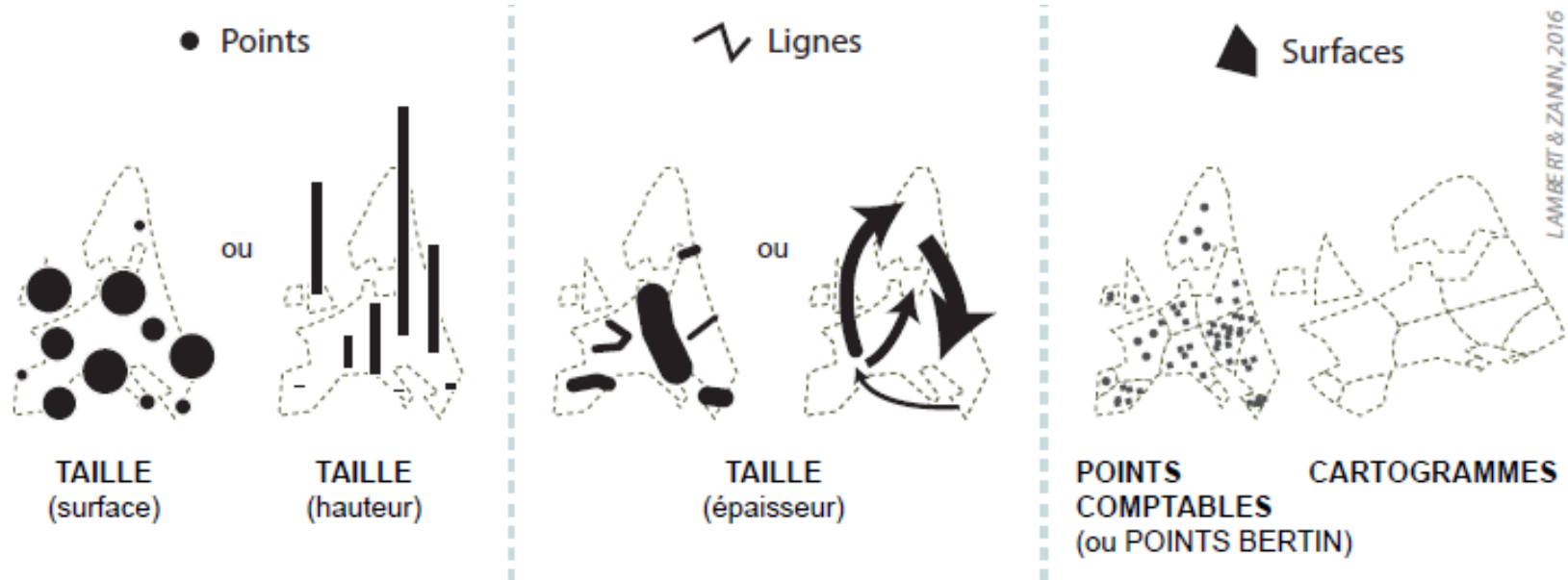
LES VARIABLES VISUELLES de différenciation



LES VARIABLES VISUELLES d'ordre



LES VARIABLES VISUELLES de proportion



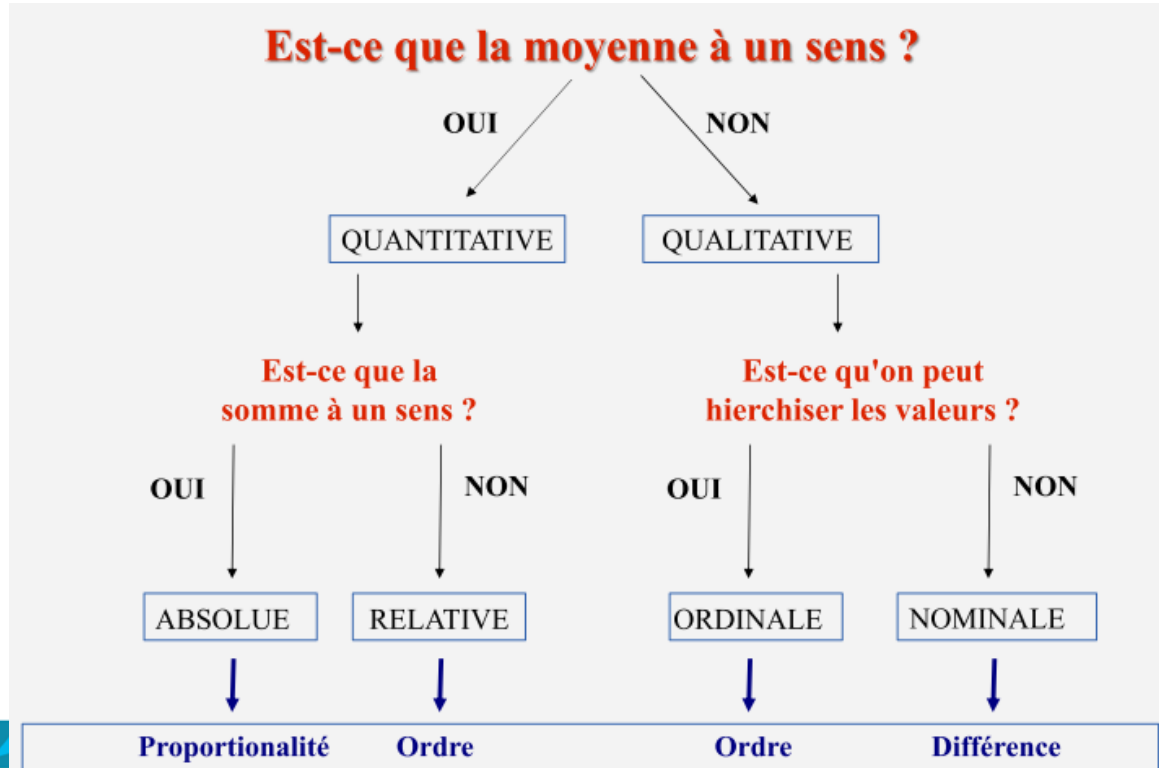
2 – Passer de la donnée au choix du mode de représentation

2.1 Identification du type de données

Un principe : faciliter la vie du lecteur de carte (*compréhension en un temps minimum de perception ; visée universelle*)

Une règle : Le type de donnée détermine les choix graphiques !

On distingue plusieurs types de données



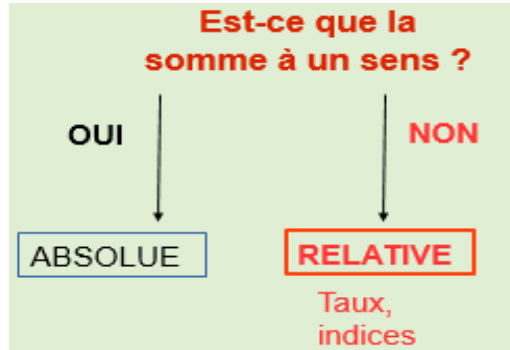
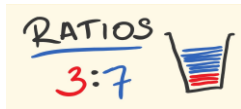
Quelle rapport introduisent-elles entre les valeurs (données)

*Quantitative
absolue*

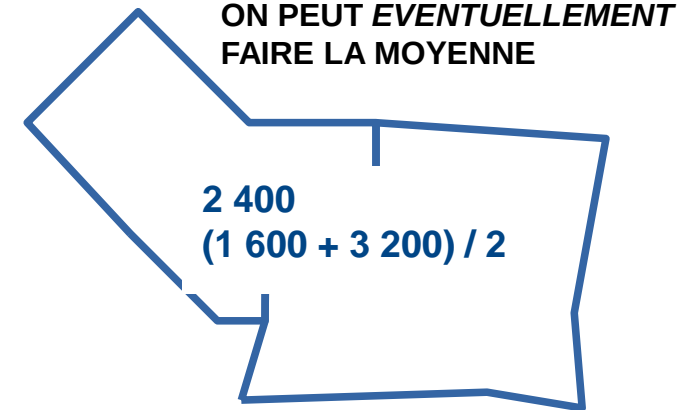
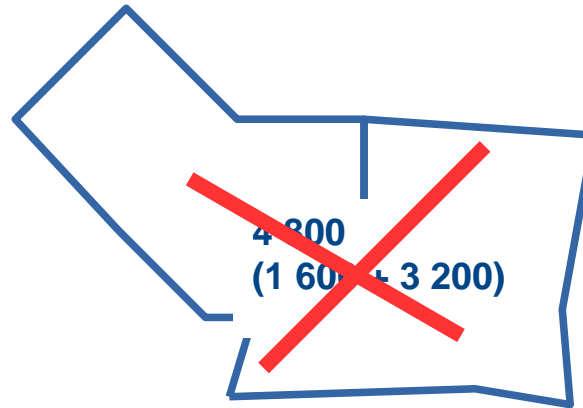
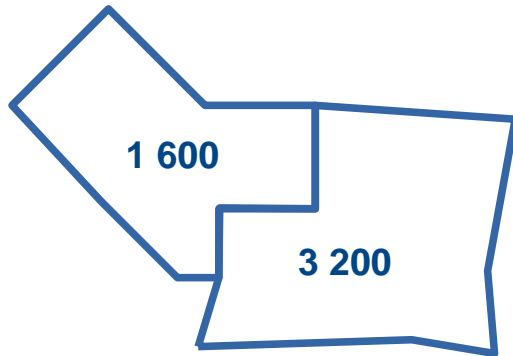
*Quantitative
Relative ET
Qualitative
ordinaire*

*Qualitative
nominale*

Différence	Hiérarchie	Proportionnalité
OUI	OUI	OUI
Différence	Hiérarchie	Proportionnalité
OUI	OUI	NON
Différence	Hiérarchie	Proportionnalité
OUI	NON	NON



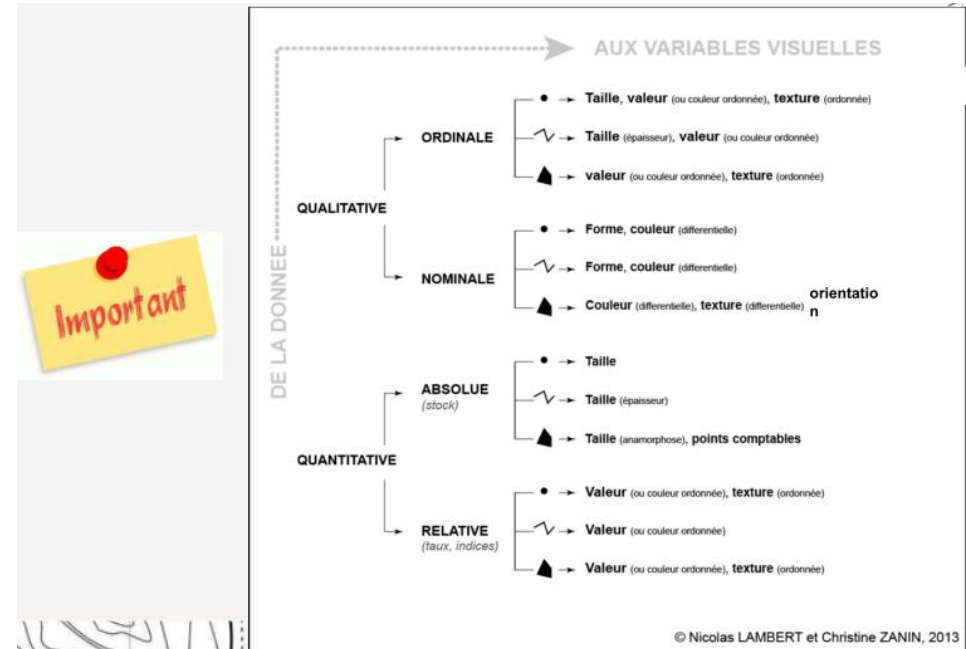
Données quantitatives relatives



2 – Passer de la donnée au choix du mode de représentation

2.2 Lien type de donnée et variable visuelle

A chaque type
de donnée
sa variable
visuelle



Types de données		Relations internes aux données			Catégories de variables visuelles
		Niveau qualitatif	Niveau ordonné	Niveau quantitatif	
Données qualitatives	Nominales	✓	✗	✗	Variables de DIFFÉRENCIATION $\equiv \neq$
	Ordinales	✓	✓	✗	
Données quantitatives	Relatives (taux, indices)	✓	✓	✗	Variables d' ORDRE $\equiv \neq 0$
	Absolues (stocks)	✓	✓	✓	
					Variables de PROPORTIONNALITÉ $\equiv \neq 0 Q$

2 – Passer de la donnée au choix du mode de représentation

2.3 Transformer la donnée – discrétisation

L'ENJEU : Combiner deux critères (contradictaires)

Statistique

Regrouper les valeurs qui se ressemblent et qui sont différentes des autres.

Conserver l'ordre de grandeur, la dispersion, la forme de la distribution

Informationnel (message)

Limiter le nombre de classes

$$N(cl) = 1 + 3,3 \log_{10}(N)$$

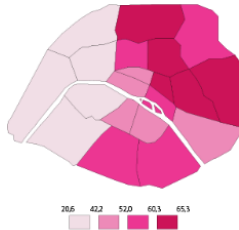
N = nombre d'observations

$N(cl)$ = nombre de classes

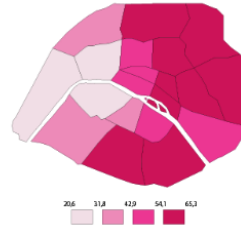
Donner des seuils qui ont du sens
Construire une carte qui « raconte » quelque chose.

ELECTIONS MUNICIPALES 2001 2e tour
scores obtenus par la gauche
en % de votes exprimés

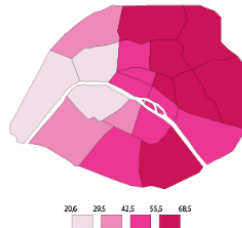
EFFECTIFS EGAUX



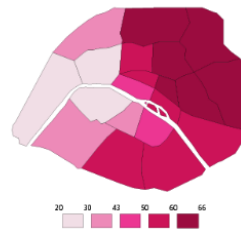
AMPLITUDES EGALES



MOYENNE ET ECART-TYPE
(moyenne = 49% centre de classe)



SEUILS NATURELS



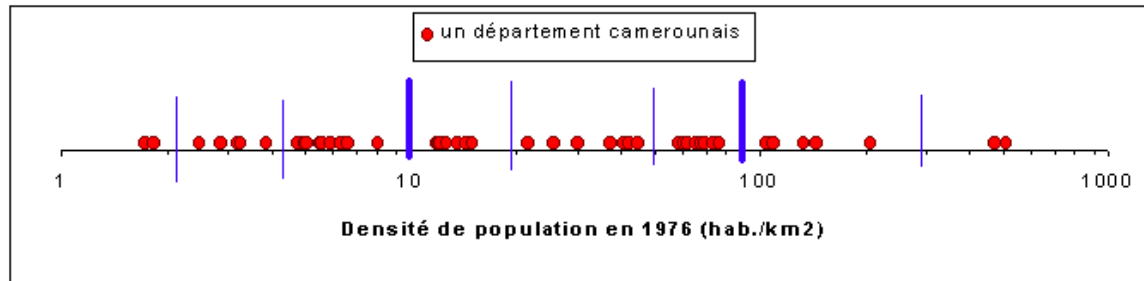
Les discrétisations- méthodes

Une même donnée peut
produire plusieurs
cartes.

Laquelle est la bonne ?

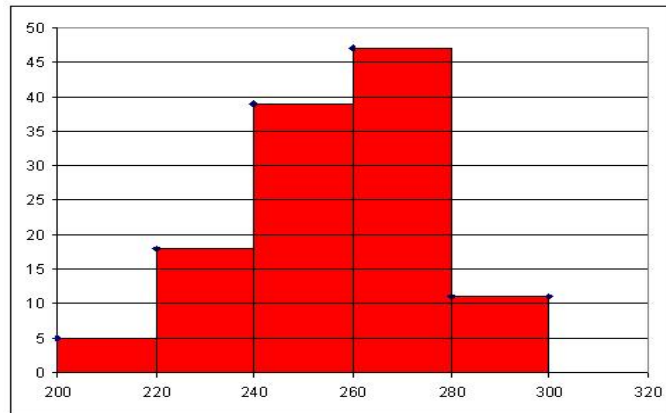
Etape 1 ! Déterminer la forme de la distribution

METHODE 1 : Observer la répartition des valeurs sur un axe



Etape 1 ! Déterminer la forme de la distribution

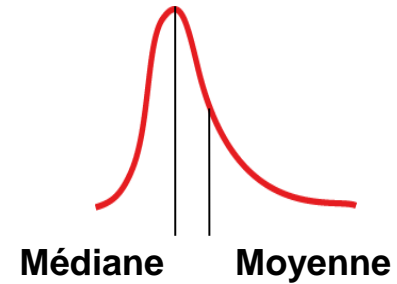
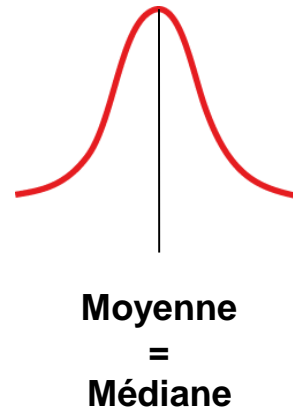
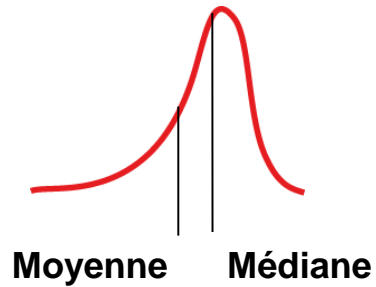
METHODE 2 : Histogramme des fréquences



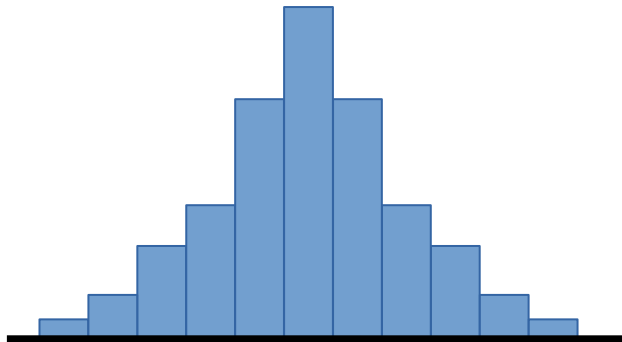
Permet de déterminer
la forme de la
distribution

Etape 1 ! Déterminer la forme de la distribution

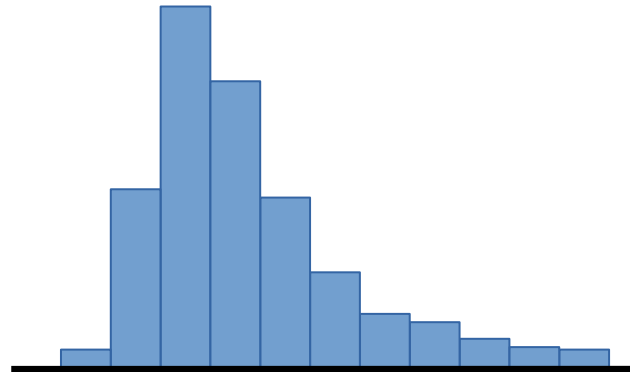
METHODE 3 : Comparaison des valeurs centrales



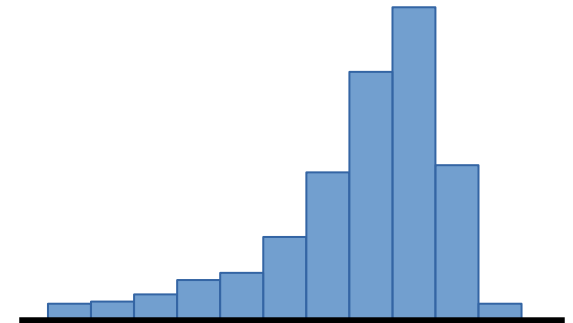
Distribution symétrique
Mode = médiane = moyenne



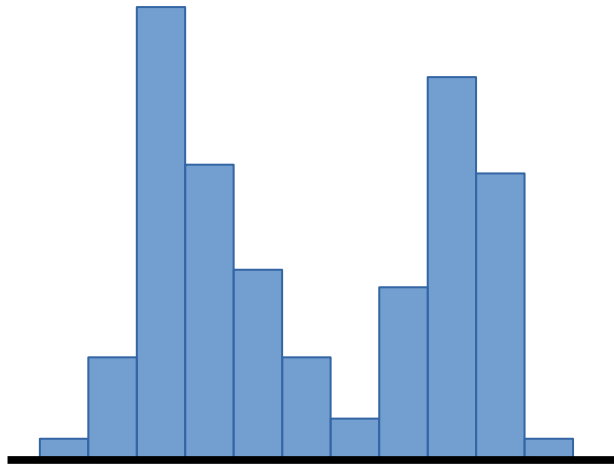
Distribution dissymétrique à gauche
Mode < médiane < moyenne



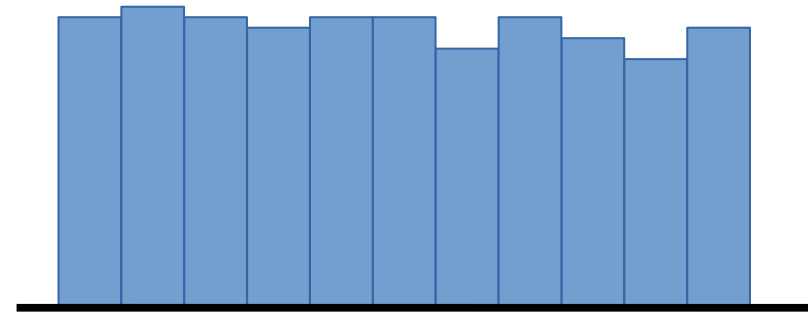
Distribution dissymétrique à droite
Mode > médiane > moyenne



Distribution bimodale



Distribution uniforme



Etape 2 ! Choisir

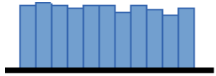
**Analyse de
la distribution**

+

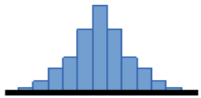


**Objectifs
de la carte**

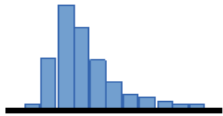
Choix de la méthode



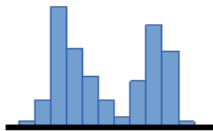
Distribution uniforme → Amplitudes égales (AM), Jenks



Distribution symétrique → Amplitudes égales avec une discrétisation standardisée basée la moyenne et l'écart-type (S5, Jenks) ou à la main moyenne comme limite/borne de classe et écart-type comme amplitude de classe *ou seuils naturels (1,2,3) si une seule carte*



Distribution dissymétrique → Effectifs égaux (EF, Q6) ou progression géométrique des amplitudes *ou seuils naturels (1,2,3) si une seule carte*



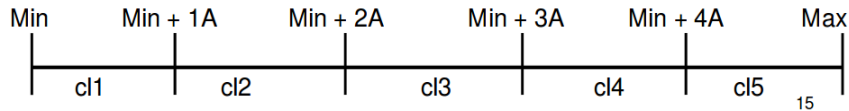
Distribution bimodale → Effectifs égaux (EF) *ou seuils naturels (1,2,3) si une seule carte*

Etape 3 ! Appliquer la méthode retenue pour faire les classes

(AM)

Amplitudes égales

On divise l'étendue de la série statistique (max-min) en nombre de classes souhaitées



On l'utilise pour les distributions uniformes ou symétriques.

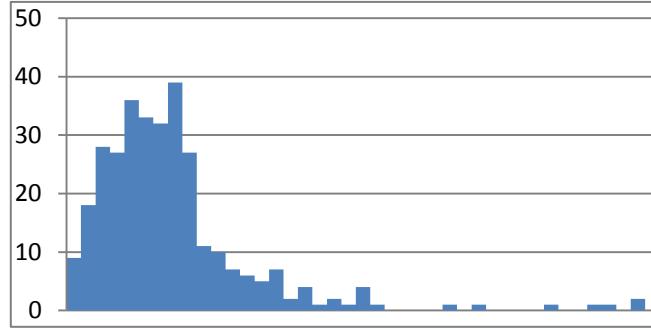
Il peut y avoir des classes vides.

Cette méthode ne permet pas la comparaison de plusieurs cartes.



A éviter pour les distributions dissymétriques

Exemple : le taux de chômage dans les régions européennes en 2007



Nombre de régions : 317
Minimum : 7 %
Maximum : 30 %
Moyenne : 11 %
Médiane : 10,5 %
Ecart type : 3.36

Amplitudes égales (en 5 classes)

Le pas des de 4.6 : $(\text{max}-\text{min})/\text{nb classes}$

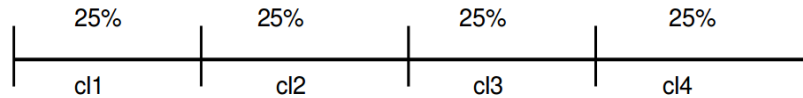
7 – 11.6 – 16.2 – 20.8 – 25.4 - 30
↑ ↑ ↑ ↑ ↑
+4.6 +4.6 +4.6 +4.6 +4.6

(EF)

Effectifs égaux

On divise la série en nombre de classes comportant un nombre égal d'individus. Les classes ainsi établies s'appellent **quantiles**.

Lorsqu'il y a 4 classes, on parle de **quartiles** ($\frac{1}{4}$ de l'effectif par classe), quand il y a 10 classes, on parle de **déciles**, pour 100 classes on parle de percentiles.

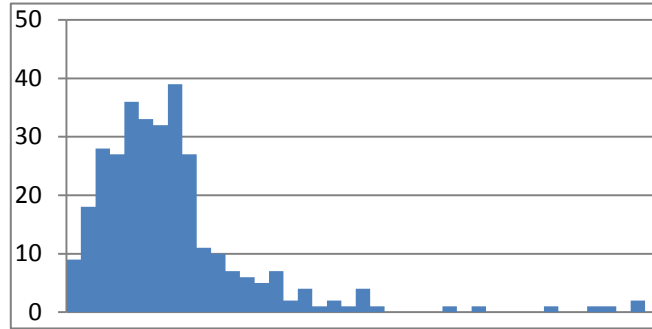


Cette méthode est basée sur le classement des individus et non sur les valeurs, elle donne des résultats satisfaisants au niveau cartographique avec une image très équilibrée mais artificielle. Elle gomme toute référence à la forme de la distribution. Elle peut être utilisée avec n'importe quelle forme de distribution



Cette méthode permet de comparer des cartes entre elles.

Exemple : le taux de chômage dans les régions européennes en 2007



Nombre de régions : 317
Minimum : 7 %
Maximum : 30 %
Moyenne : 11 %
Médiane : 10,5 %
Ecart type : 3.36

Effectifs égaux (en 4 classes)

25 % des régions dans chaque classes (79)

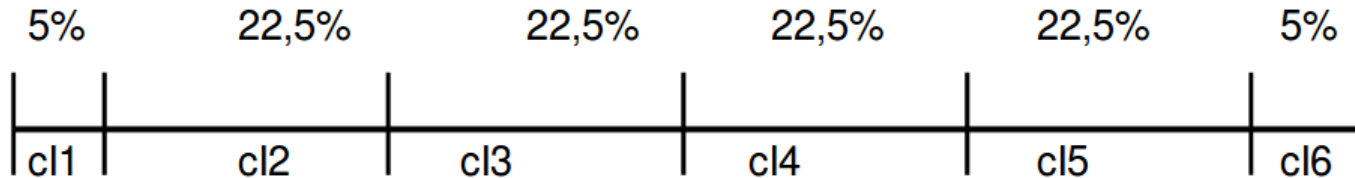
7 – 9.2 – 10.5 – 11.7 - 30

25 % 25 % 25 % 25 %
↑ ↑ ↑ ↑

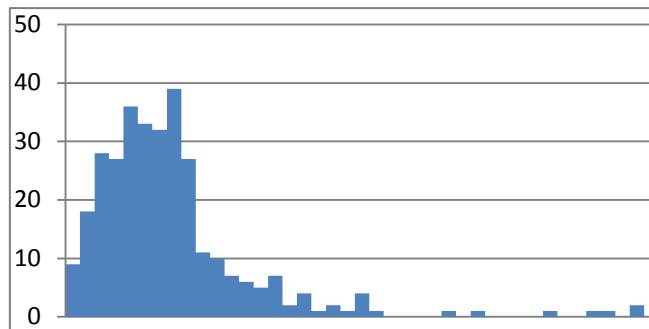
(Q6)

une variante sur le même principe
que les effectifs égaux

*Discrétisation en 6 classes autour de la médiane avec 4
quartiles égaux et deux classes isolant les valeurs extrêmes
(5% des effectifs les plus petits et 5% des effectifs les plus grands)*



Exemple : le taux de chômage dans les regions européennes en 2007



Nombre de régions : 317
Minimum : 7 %
Maximum : 30 %
Moyenne : 11 %
Médiane : 10,5 %
Ecart type : 3.36

Methode Q6 (en 6 classes)

7 – 7.8 – 9.4 – 10.5 – 11.7 – 17.5 – 30

↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑

5 22.5 22.5 22.5 22.55 5

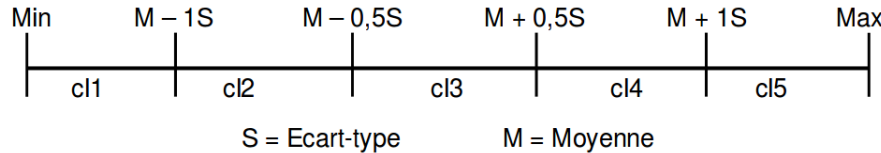
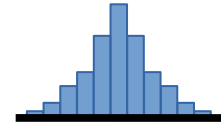
% % % % % %

(S5)

Discrétisation standardisée

C'est la méthode la plus employée en cartographie. Elle est idéale pour des distributions « normales » (gaussiennes)

Cette méthode se réfère à des valeurs significatives, elle utilise moyenne et écart-type

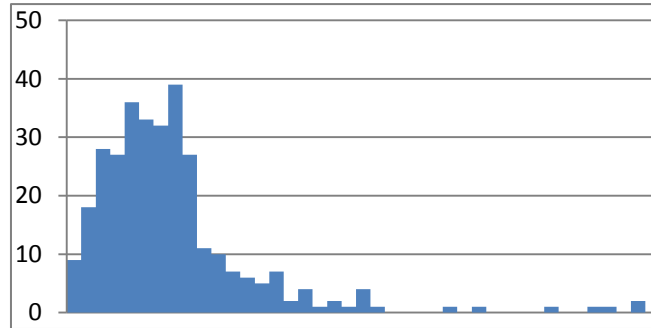


: utiliser une autre méthode.



Cette methode permet de comparer des cartes entre elles.

Exemple : le taux de chômage dans les régions européennes en 2007



Nombre de régions : 317
Minimum : 7 %
Maximum : 30 %
Moyenne : 11 %
Médiane : 10,5 %
Ecart type : 3.36

Méthode moyenne et écart type (4 classes)

7 – 7.65 – 11 – 14.36 – 30

↑
moyenne



Nombre pair de classes : la moyenne est borne de classe
Nombre impair de classes : La moyenne est centre de classe

(1,2,3)

Méthode des seuils « naturels »

(ou seuils observés)

Représenter graphiquement la distribution et repérer les creux et les bosses.
Chaque creux marquera une limite de classe.

Cette méthode “manuelle” permet de focaliser sur les discontinuités de la série statistique.

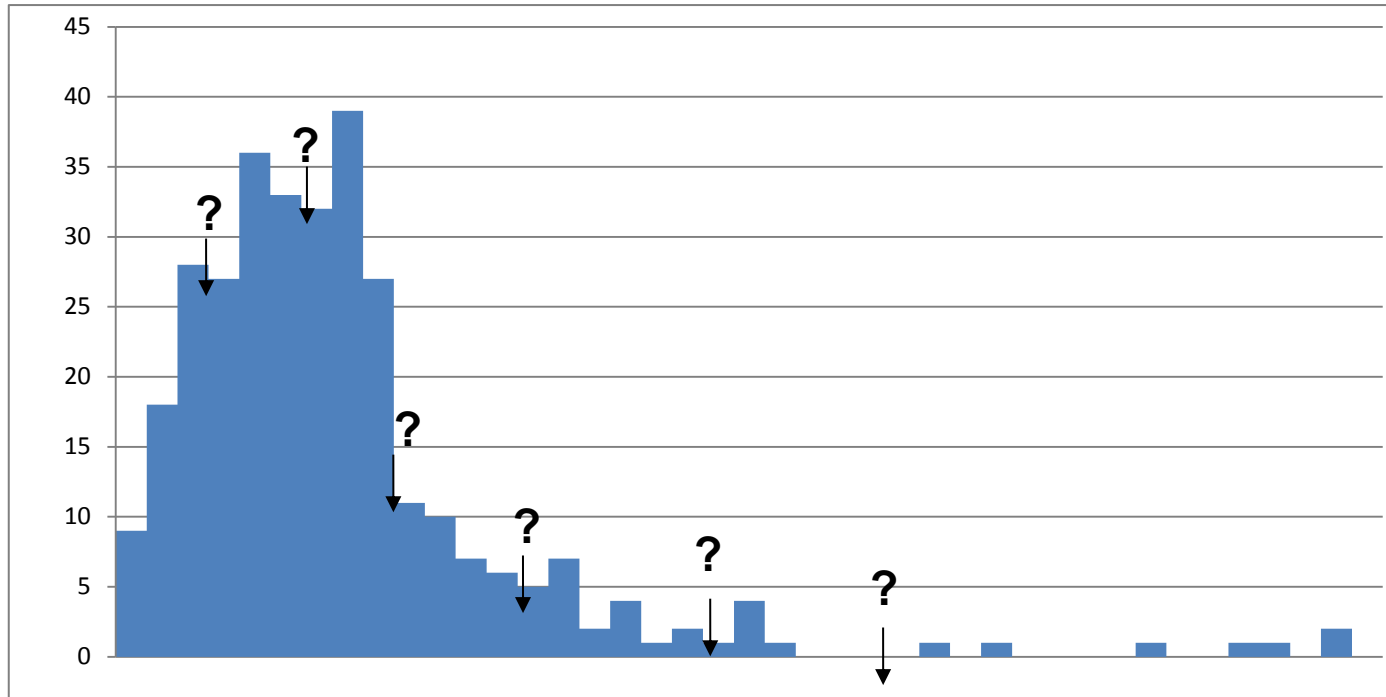
Les effectifs de classe sont très inégaux, **le découpage est subjectif**



Cette méthode ne s'applique que lorsqu'aucune
comparaison entre cartes n'est envisagée.

Exemple : le taux de chômage dans les régions européennes en 2007

Seuils naturels



(Jenks)

Méthode de Jenks (ou Fisher)

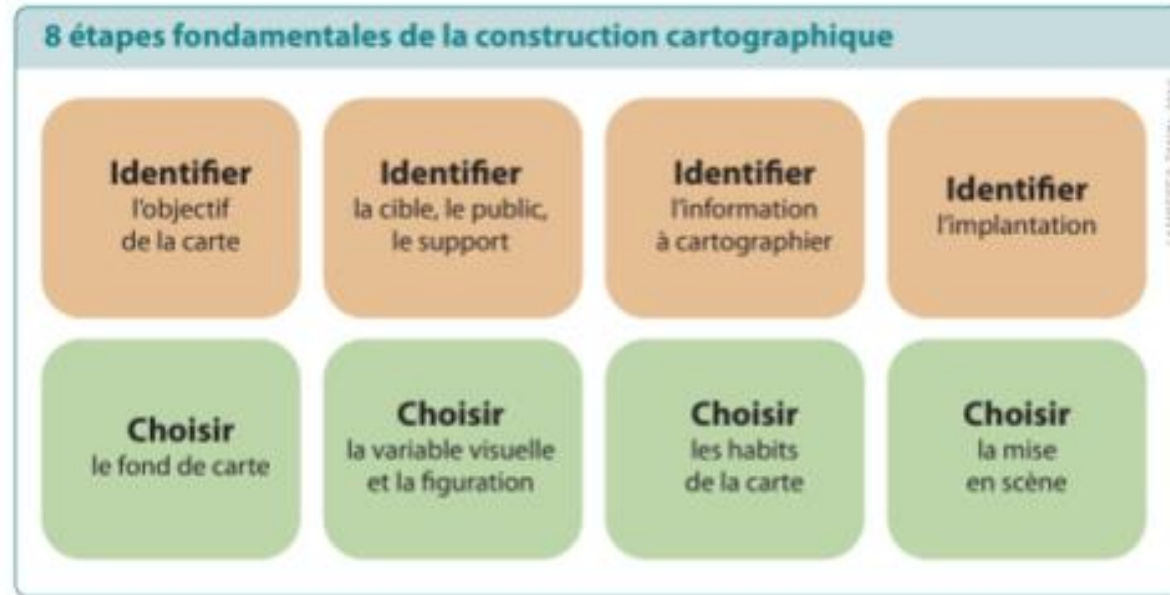
*C'est une méthode de discrétisation passe partout qui vise à minimiser la **variance** intra classes et à maximiser la **variance** inter-classes selon une procédure itérative (indice de Jenks).*

Cette méthode a pour effet de produire des classes homogènes.

Pour concevoir et réaliser la meilleure image cartographique possible :

- Définir ce que l'on veut montrer
- Toujours penser à la lisibilité
- Respecter les différences, les ressemblances, les proportions, les hiérarchies
- Utiliser les variables visuelles

DU TABLEAU DE DONNEES A LA CARTE



Bibliographie

LAMBERT N., ZANIN C., 2016, Manuel de Cartographie, A. Colin, 222 p.

BEGUIN Michèle, PUMAIN Denise, La représentation des données géographiques, Statistique et cartographie, coll. Cursus, Armand Colin, nouvelle édition 2000, 192 p.

BERTIN Jacques, Sémiologie graphique, Monton-Gauthier-Villars, 1967, 1973, 432 p. Disponible à ce jour dans la collection Réimpression de l'EHESS, 1998.

BRUNET Roger, La carte mode d'emploi, Fayard-Reclus, 1987, 270 p.

LE FUR Anne, Pratique de la cartographie, Armand Colin, Coll. Synthèse, série Géographie, n°97, 2000, 96 p.